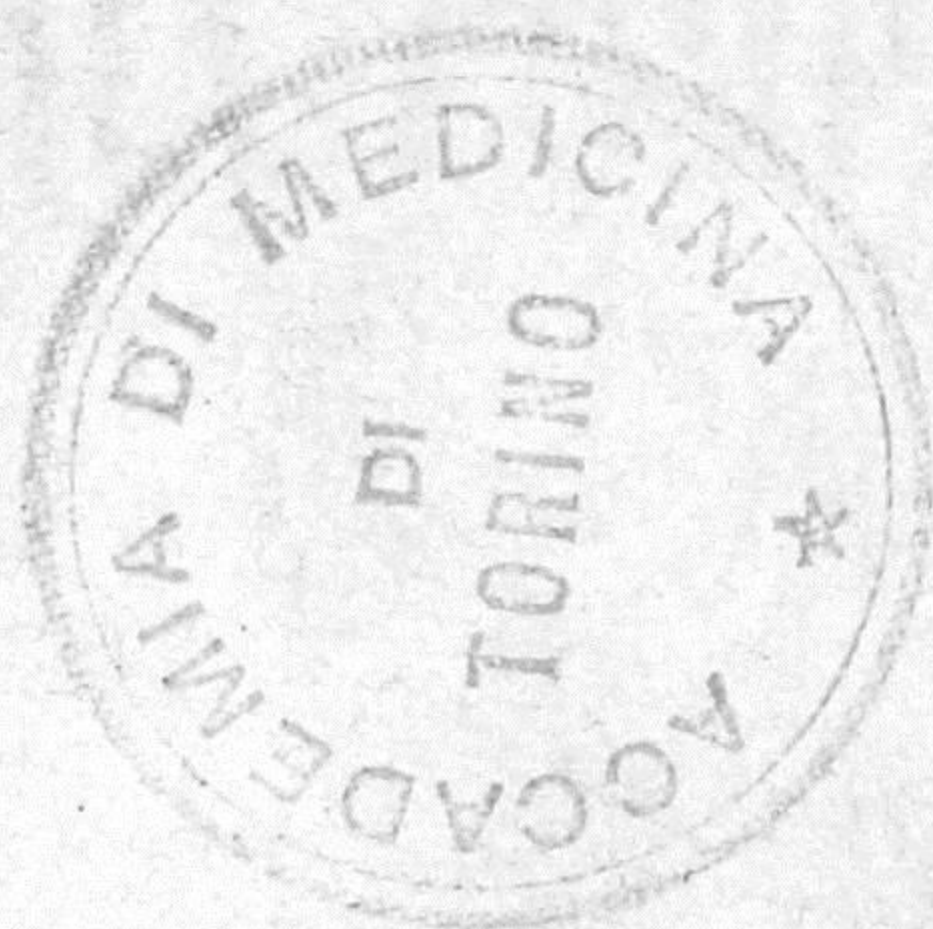
BIBLIOTECA VALLARDI
PICCOLA ENCICLOPEDIA ILLUSTRATA

L. CAMERANO

ANATOMIA COMPARATA

CASA EDITRICE
DOTTOR FRANCESCO VALLARDI

Giangi della Porta
Studente in Medicina e Chirurg.
Anno I
1900-1901.

Dono del Senatore Prof. Stefano Perrier

BIBLIOTECA VALLARDI

LORENZO CAMERANO
Prof. di Anatomia e Fisiologia Comparata nella R. Univ. di Torino

ANATOMIA COMPARATA

Illustrato da 117 figure

CASA EDITRICE
DOTTOR FRANCESCO VALLARDI

MILANO - NAPOLI - ROMA
TORINO - FIRENZE - GENOVA - BOLOGNA - PADOVA
PALERMO - CATANIA.

PREFAZIONE

L'Anatomia comparata, la cui importanza nelle scienze biologiche è oggi grandissima, fu come la Zoologia e la Fisiologia coltivata e favorita per lunga pezza soltanto nella stretta cerchia dei naturalisti. Si può dire anzi, che in un tempo non lontano da noi, lo studio comparativo della struttura degli animali era da non pochi naturalisti ritenuto di minore importanza di quello puro e semplice dei caratteri esterni. Ben diversa è oggi la opinione fra la maggior parte dei cultori delle scienze, che hanno per oggetto lo studio degli animali.

Già da oltre mezzo secolo la Zoologia ha eccitato l'interesse generale e si è, come si suol dire, popolarizzata. Lo sviluppo e la diffusione delle moderne teorie evoluzionistiche tendono oggi a produrre lo stesso fatto per l'Anatomia comparata. Le opere di Darwin, di Wallace, di Haeckel, di Weismann, ecc., mal si possono comprendere da chi non ha qualche nozione sulla struttura comparata degli animali. D'altra parte è tale l'importanza che le teorie evolutive hanno assunto oggi, non solo nelle scienze biologiche intese in stretto senso, ma eziandio in

tutte le scienze sociali, che nessuna persona colta può ignorarle.

Ho accolto perciò di buon grado l'invito del Cav. Francesco Vallardi, di fare per la sua utilissima *Enciclopedia popolare illustrata*, il volumetto che riguarda l'Anatomia comparata.

Nella presente operetta ho cercato di riunire, nella forma più concisa possibile, tutti i fatti di maggior importanza relativi all'organizzazione degli animali, tralasciando i particolari troppo minuti, che spesso riescono più dannosi che utili alla chiarezza. Ho tralasciato pure tutto ciò che è ipotesi o teoria, non ancora fino ad oggi sufficientemente comprovata.

Spero che il lettore vorrà accoglierla begnignamente, e mi auguro che essa possa con qualche utilità guidarlo a comprendere ed a gustare i meravigliosi fenomeni che han luogo nella vita e nella organizzazione dell' infinita serie dei viventi animali.

Torino, 20 Settembre 1892.

LORENZO CAMERANO.

PARTE GENERALE

I.

Concetto e compito dell'Anatomia Comparata.

La struttura dell'uomo, ha detto il Buffon, sarebbe al tutto incomprensibile se non esistessero gli animali. Ed in vero si è solamente studiando la struttura degli animali e in particolar modo degli animali più semplici che noi possiamo comprendere l'organizzazione complessa di quello fra i viventi che occupa il posto più elevato nel regno animale, vale a dire dell'uomo.

Lo studio delle parti che costituiscono il corpo dei viventi nella loro forma e nella loro struttura è oggetto di uno dei principali rami della *Biologia*, ossia dell'*Anatomia*. Nella stessa guisa che la Biologia, può scindersi in due branche, che si riferiscono l'una allo studio dei viventi *vegetali* e l'altra allo studio dei viventi *animali*, l'Anatomia può dividersi in due parti, l'una delle quali studia la struttura delle piante e l'altra la struttura degli animali. L'altro ramo principale della *Biologia* è la *Fisiologia*, la quale ha per oggetto lo studio dei fenomeni vitali e delle funzioni delle singole parti che costituiscono il corpo dei viventi. Lo studio dello svilupparsi dell'individuo vivente dal suo germe *(Embriologia)*, lo studio della derivazione di interi gruppi di esseri da altre forme di organizzazione più semplice sono oggetto di due rami oggi importantissimi della Biologia, cioè della Ontogenia e della Fi-

logenia. Noi ci occuperemo qui solamente dell'Anatomia degli animali.

L'*Anatomia* può a sua volta dividersi in *generale* e *speciale*: la prima studia le forme elementari e fondamentali degli organismi animali ossia le cellule ed i tessuti *(Istologia)*; la seconda studia le forme più complesse e secondarie, vale a dire gli organi ed i sistemi.

Nello studio della struttura degli animali noi possiamo limitarci a descivere puramente e semplicemente le varie parti costituenti il corpo degli animali e indicarne i reciproci rapporti, senza preoćuparci di *spiegare* le parti stesse. In tal caso noi facciamo dell'*Anatomia descrittiva* e il nostro procedimento è esclusivamente analitico. Se invece, dopo aver descritto le parti degli animali, noi compariamo fra loro i fatti conosciuti per giungere a conclusioni generali e per dedurre le leggi che presiedono all'organizzazione degli animali, noi facciamo dell'*Anatomia comparata* e seguiamo un procedimento sintetico.

L'*Anatomia descrittiva* non costituisce da sola una scienza nel senso proprio della parola, ma prepara i materiali, dei quali si serve l'Anatomia comparata, per la costruzione dell' edifizio scientifico propriamente detto.

Ne segue che l'Anatomia comparata non solo si vale dei risultati dell'Anatomia descrittiva, ma deve tener conto anche dei risultati della Fisiologia e della Embriologia per poter spiegare i fenomeni relativi all'organizzazione del corpo degli animali.

II.

Cenni storici intorno all'origine e allo sviluppo dell'Anatomia comparata.

Nei filosofi dell'antichità greca e particolarmente in Aristotile si trovano le prime traccie dell'Anatomia comparata come risultato di una osservazione intuitiva della natura, basata sopra l'osservazione diretta dei fatti. Le

opere di Aristotile importanti a tale riguardo sono: *De partibus animalium. De Historia animalium* e *De generatione animalium* (1). Parecchi fatti importanti osservati da Aristotile, come ad esempio: la partenogenesi delle Alpi, l'ectocotilia dei Cefalopodi, l'ermafroditismo di certi pesci, vennero pienamente confermati dalle ricerche moderne.

La via aperta da Aristotile non venne seguìta dai successori, e gli scritti di lui sono per tutta l'antichità i soli nei quali si trovino i risultati di osservazioni dirette dei fatti riguardanti la organizzazione degli animali, poichè dopo l'invasione araba la *scolastica* regnò per lungo tempo sovrana e impedì qualunque efficace progresso nella conoscenza della struttura degli animali.

Il risorgere dell'anatomia comparata coincide colla rivoluzione intellettuale che caratterizza la fine del quindicesimo secolo, vale a dire colla caduta della *scolastica* e col ritorno all'osservazione diretta della natura. Il Mondino (morto nel 1326), il Wesalio (1514-1564), il Falloppio (1523-1562), l'Eustachio (morto nel 1574), il Severino (1580-1656) e sopratutto l'Harwey (1528-1657) e l'Aselli (1622) completarono le fondamenta dell'edificio scientifico già iniziato da Aristotile.

Th. Willis (1622-1658) fu il primo che introdusse nella scienza l'espressione di *Anatomia comparata* e cominciò a descrivere lo stesso organo in una serie un po' estesa di animali.

La scoperta del microscopio, il moltiplicarsi dei lavoratori, e in particolar modo le opere di Swammerdam (1637-1680), di Malpighi (1628-1694), di Tyson, di Monro, di Pallas, di Dauberton e di Camper (1722-1789) aumentarono notevolmente le cognizioni intorno alla organizzazione degli animali, mentre quasi contemporaneamente sorgeva lo studio dell'origine degli animali, l'*Embriologia*, per opera di Fabricio d'Acquapendente

(1) Si consulti intorno alle opere zoologiche di Aristotile: Aubert e Wimmer Aristotiles Thierkunde, Lipsia 1868.

(1537-1619), di Harwey, di Redi (1626-1697), di Spallanzani (1729-1799), di Cavolini (1736-1810), di Haller (1708-1777), ecc.

Verso la fine del secolo passato numerosi erano i fatti conosciuti intorno alla struttura dei varî gruppi di animali; mancavano tuttavia i concetti sintetici per interpretare i fatti stessi; mancavano ancora le leggi generali. Vicq-d' Azyr (1748-1794) fu il primo che prese a studiare ed a paragonare fra loro le varie parti degli animali indipendentemente dalle funzioni che queste parti compiono. Questo concetto, che è importantissimo, aprì una nuova via agli studî anatomici e preparò indubitatamente l'opera del Buffon, del Goethe (1749-1832) e sopratutto dell'Oken (1779-1851).

In Oken, come dice l'Haeckel, noi troviamo sepolta fra una abbondanza di idee erronee, e in parte molto arrischiate e fantastiche, una quantità di pensieri profondi e degni di merito. Alcune di queste idee sono state generalmente ammesse nella scienza solo da poco tempo, molti anni dopo che esse vennero espresse.

Una delle più importanti teorie dell'Oken è che le manifestazioni vitali di tutti gli organismi partono da un comune substrato chimico, in certo qual modo una *materia vivente* semplice, che egli chiamò *Urschleim* (muco primordiale). Ora basta cambiare il nome di Urschleim in quello di *protoplasma* per giungere ad una delle più grandi conquiste della biologia moderna.

Inoltre l'Oken affermò sin dal 1809 che l'Urschleim formatosi in mare per generazione spontanea prende subito la forma di microscopiche vescicolette che egli chiamò *Milen* o infusorî. Il mondo organico, egli dice, ha alla sua base una infinità di simili vescicole.

Una certa quantità di vescicole simili, combinandosi diversamente, prendono diversa conformazione e giungono a costituire organismi superiori. Non si ha che a sostituire il nome di vescicola od infusorio con quello di *cellula* per giungere ad una delle più grandi teorie biologiche del nostro secolo, alla teoria cellulare.

Verso la fine del secolo scorso e in sul principio del nostro cominciò un periodo splendidissimo per gli studì anatomici. Si fu nel 1809 che il Lamark pubblicò la sua *Philosophie zoologique,* nella quale egli delineò in una maniera chiarissima la teoria della discendenza delle specie, e considerò, da un punto di vista nuovo, gli organi e le loro modificazioni. Le idee del Lamark ebbero a lottare contro quelle di Cuvier. Quest'ultimo, uno dei più grandi naturalisti che abbia avuto la scienza, studiando la struttura degli animali era giunto a conchiudere che tutte le specie animali si possono raggruppare intorno a quattro tipi principali. Il Geoffroy di Saint Hilaire contemporaneo del Cuvier, seguendo in parte le teorie del Lamark, sosteneva invece l'unità di costituzione degli animali. Egli cercò inoltre la derivazione l'una dall'altra delle varie strutture della forma fondamentale e cercò di stabilire una legge generale basata sui rapporti reciproci e invariabili degli organi, dimostrando, nello stesso tempo, che lo stesso organo può possedere nella serie animale funzioni molto diverse, e può per rapporto ad esse essere molto differentemente foggiato, senza che ne venga compromessa la sua identità anatomica.

Ma l'autorità del nome di Cuvier e i brillanti risultati delle sue ricerche fecero in breve dimenticare le teorie del Geoffroy e del Lamark, e si continuò nello studio puramente descrittivo della costituzione degli animali. Non si fu che verso la metà del corrente secolo che le teorie darviniane misero in luce l'importanza grande delle teorie del Geoffroy e particolarmente di quelle del Lamark.

Le teorie darviniane diedero agli studì anatomici un nuovo indirizzo, il quale si continua tuttora, e i lavori di sintesi del Gegenbaur, dell'Haeckel e di altri condussero alla scoperta dei teoremi principali della odierna *Morfologia comparata.*

Si consultino intorno alla storia della Anatomia Comparata e intorno alla Morfologia generale particolar-

mente le opere seguenti: V. Carus, *Histoire de la zoologie*, traduz. francese di P, O. Hagenmuller, Parigi 1880. Haeckel, *Generelle Morphologie der Organismen*, Berlino 1866. T. Huxley. *Les problemes de la Biologie*. Parigi 1892.

III.

Elementi costitutivi il corpo degli animali. Protoplasma. Cellula. Fenomeni vitali.

Il corpo di un animale, ad esempio, di un cavallo, di un uccello o di un pesce, comprende una serie di organi, ciascuno dei quali ha un uso determinato. Tutti abbiamo imparato fin dall'infanzia a conoscere le zampe, le ali, le natatoie, le quali costituiscono gli organi della locomozione; gli occhi, le narici, le orecchie, che sono gli organi dei sensi, ecc. Se noi apriamo il corpo di uno di questi animali vi osserveremo: gli organi respiratorî, branchie o polmoni, un organo che mette in movimento il sangue, il cuore, un organo della digestione, come lo stomaco, l'intestino, ecc. Facendo una vera dissezione e aiutandoci con una lente, vedremo che ciascuno di questi organi ha una struttura complessa e che è costituito di membrane, di muscoli, di nervi, di cartilagini, di ossa, ecc. Se finalmente sottoporremo all'esame del Microscopio composto una particella qualsiasi di questi muscoli, di questi nervi, di queste cartilagini, ecc., apprenderemo che ciascuna di queste parti è a sua volta formata dalla riunione di altre molto piccole ora in forma di fibre, ora di piccole lamine poligonali, ora di piccole masse sferoidali, cilindriche, poliedriche nelle quali troveremo caratteri speciali, e alle quali si dà il nome di *cellule* (Fig. 1).

Prendiamo ad esaminare questi corpicciuoli minutissimi con ingrandimenti molto forti e vedremo che esse nella maggior parte dei casi sono ancora scomponibili

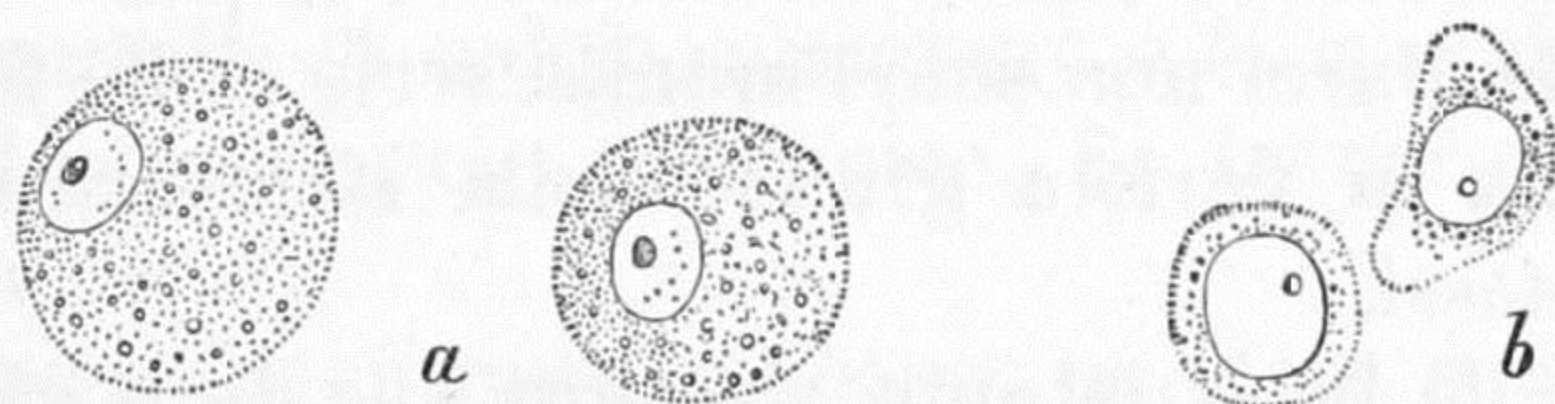
in uno strato avvolgente, in un contenuto liquido o semi liquido nel quale stanno granulazioni di varia natura e in una parte apparentemente più densa del rimanente che è il nucleo. Giunti a questo punto, non è possibile procedere ad una suddivisione maggiore, poichè abbiamo ottenuto gli ultimi elementi figurati che costituiscono l'intiero corpo dell'animale da noi preso ad esaminare. Perciò si da ordinariamente il nome di *elementi anatomici* alle cellule, alle fibre, alle laminette, ecc., che sopra abbiamo menzionato. In realtà il nome di *elemento anatomico* nel vero senso della parola spetta solamente alle cellule, poichè le fibre, le lamelle, ecc. non sono altro che formazioni derivate dalle prime.

a b

Fig. 1. — Cellule.

Il corpo degli animali, ad esempio, di un cavallo, di un uccello, di un serpente, di un pesce, il corpo dell'uomo stesso è dunque costituito di una agglomerazione di un numero grandissimo di piccole parti elementari, le cellule, nelle quali si compiono fenomeni incessanti di consumo di sostanza e di formazione di sostanza nuova. Così che quando si parla ad esempio del fenomeno della nutrizione è d'uopo portarsi col pensiero non alle grosse masse organiche come un membro o un organo, ma a ciascuno di quei corpi microscopici che vivono gli uni vicino agli altri come le api nell'alveare e tutti lavorano armonicamente per mantenere la vita dell'animale intiero.

Tutte le parti elementari, vale dire le cellule, sono come altrettanti piccoli esseri individualizzati, paragonabili a quei viventi semplicissimi, il di cui corpo è appunto costituito da una sola cellula e che vengono detti perciò *animali unicellulari* o *protozoi*.

Per farci una idea chiara delle proprietà delle cellule,

è perciò conveniente che studiamo anzitutto i caratteri della parte loro più importante, vale a dire del protoplasma, di quella sostanza che ci rappresenta la materia vivente nella sua forma più semplice. In seguito esamineremo il manifestarsi dei fenomeni vitali negli animali unicellulari. Fatto ciò, ci riuscirà agevole passare a studiare l'organizzazione degli animali costituiti dall'aggruppamento di un numero più o meno grande di elementi anatomici, ossia di cellule, e vedere per quali cause un aggregato di cellule primitivamente eguali fra loro si è venuto modificando a poco a poco in guisa da darci non solo l'infinita serie delle forme dei viventi, ma la varietà grande della struttura intima dei viventi stessi.

È bene intanto ritenere che tutti gli animali si possono dividere nei due grandi gruppi o sottoregni seguenti:

I. Animali con corpo unicellulare o *Protozoi*.

II. Animali con corpo pluricellulare o *Metazoi*.

Il protoplasma dei moderni corrisponde, come gia si è detto precedentemente, all'urschleim di Oken. Aggiungeremo qui che esso corrisponde pure al *sarcode* di Dujardin e al *protoplasma* di Ugo von Mohl, poichè Max Schultze dimostrò pel primo che fra il protoplasma vegetale di Ugo von Mohl ed il sarcode animale di Dujardin non vi è alcuna differenza essenziale.

Si deve quindi ritenere che tutti i viventi sono costituiti da una sostanza unica fondamentale, la quale possiede la *vita* come gli elementi chimici possiedono le loro proprietà particolari. Il protoplasma, si può dire in poche parole, è quella sostanza che compie tutti i fenomeni vitali, e senza la quale questi ultimi non sono possibili. Tutto ciò si può esprimere brevemente, col detto dell' Huxley: il *protoplasma è la base fisica della vita.*

L'analisi chimica di tutte le forme di protoplasma sino ad ora studiate ha dimostrato essere elementi costitutivi fondamentali e costanti di questa sostanza, l' ossi-

geno, l'idrogeno, l'azoto, il carbonio, lo zolfo. La composizione chimica del protoplasma si avvicina molto a quella dei corpi detti proteidi, la di cui composizione chimica percentuale è così indicata dall'Hoppe-Seyler.

Ossigeno.	Idrogeno.	Azoto.	Carbonio	Solfo.
da 20.9	da 6.9	da 15.2	da 51.5	da 0.3
a 23.5	a 7.3	a 17.0	a 54.5	a 2.0

Oltre a questi corpi, i proteidi lasciano colla combustione una quantità variabile di ceneri le quali contengono principalmente: cloruro di sodio, cloruro di potassio, piccole quantità di calcio, magnesio e ferro uniti agli acidi fosforico, solforico, carbonico. Si trovarono pure tracce di silice.

I proteidi, come si incontrano nel corpo animale, sono tutti amorfi, alcuni sono solubili, altri sono insolubili nell'acqua, e sono per la massima parte insolubili nell'alcool e nell'etere; tutti si sciolgono negli acidi forti e negli alcali, ma nello sciogliersi molti si decompongono.

Per maggiori particolari intorno alla costituzione chimica dei proteidi e in genere intorno alla natura chimica delle sostanze che si trovano nel corpo degli animali, il lettore consulti i trattati speciali di chimica fisiologica e di chimica organica.

Il protoplasma dal punto di vista dei suoi caratteri fisici si presenta come una sostanza semiliquida, talvolta trasparente, talvolta con numerose granulazioni. Le recenti ricerche intorno alla struttura intima del protoplasma avrebbero mostrato in questa sostanza un intreccio fittissimo di piccoli filamenti; ma è d'uopo osservare che le nostre cognizioni a tal riguardo sono ancora troppo scarse ed incerte.

Molto si è discusso e si discute tuttora intorno all'origine del protoplasma. Ernesto Haeckel ammette una continuità assoluta fra il mondo minerale ed il mondo organico, il primo ha prodotto il secondo. Egli ammette inoltre che nessuno degli esseri viventi attuali, per quanto semplice, possa oggi costituirsi direttamente coll'unione

di elementi chimici. La questione relativa alla origine chimica del protoplasma e del suo spontaneo costituirsi nella natura attuale è ancora da risolversi; quindi ciò che nello stato odierno delle nostre cognizioni possiamo affermare si è che la generazione spontanea non è am-

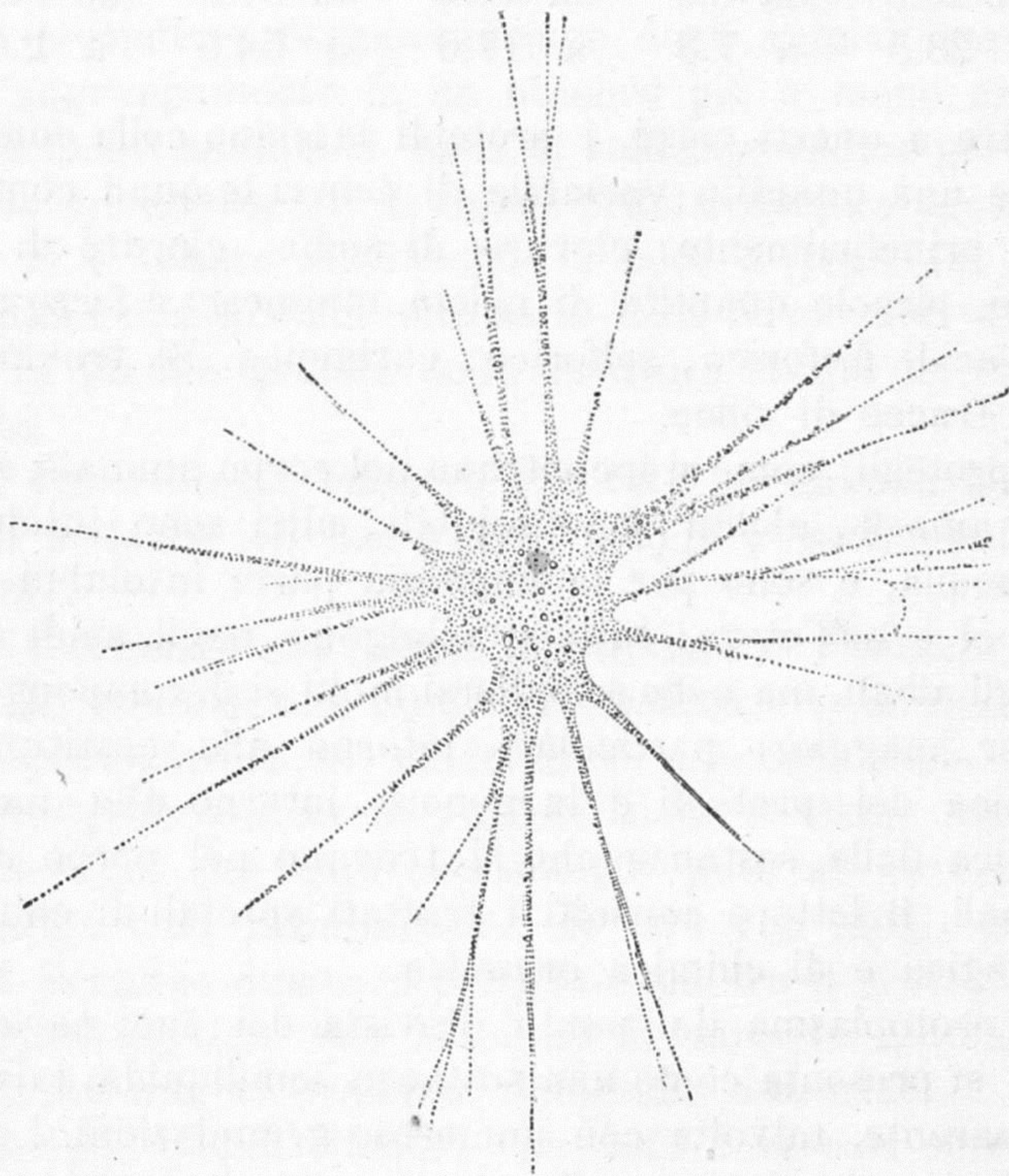



Fig. 2. — *Protogenes porrecta.*

missibile nemmeno per le forme più semplici dei viventi attuali, vale a dire nemmeno per quelle forme nelle quali esiste un protoplasma, una membrana che lo avvolge, ma non esiste ancora un vero nucleo, quali sono ad esempio quegli esseri costituiti da un piccolissimo e semplice ammasso di protoplasma continuamente variabile di forma, che vivono nelle acque e che i zoologi distinguono col nome generico di *Protamoeba*. La figura 2 qui unita fa vedere molto ingrandito uno di

tali viventi nel momento in cui il protoplasma manda fuori molti prolungamenti a guisa di raggi. La fig. 3 mostra molto ingrandito un organismo unicellulare pure semplicissimo, ma provvisto di nucleo N., l'*Amoeba polypodia*.

Gli organismi semplicissimi ora menzionati, e quindi le cellule colle quali abbiamo detto essi possono venir paragonati, manifestano esteriormente la loro vita per mezzo di fenomeni speciali ai quali si dà appunto il nome di *fenomeni vitali*.

La vita cellulare adunque si manifesta esteriormente per mezzo dei *movimenti, della sensibilità, del ricambio delle sostanze, dell'accrescimento e della riproduzione.* Vediamo brevissimamente in che cosa consistano questi fenomeni.

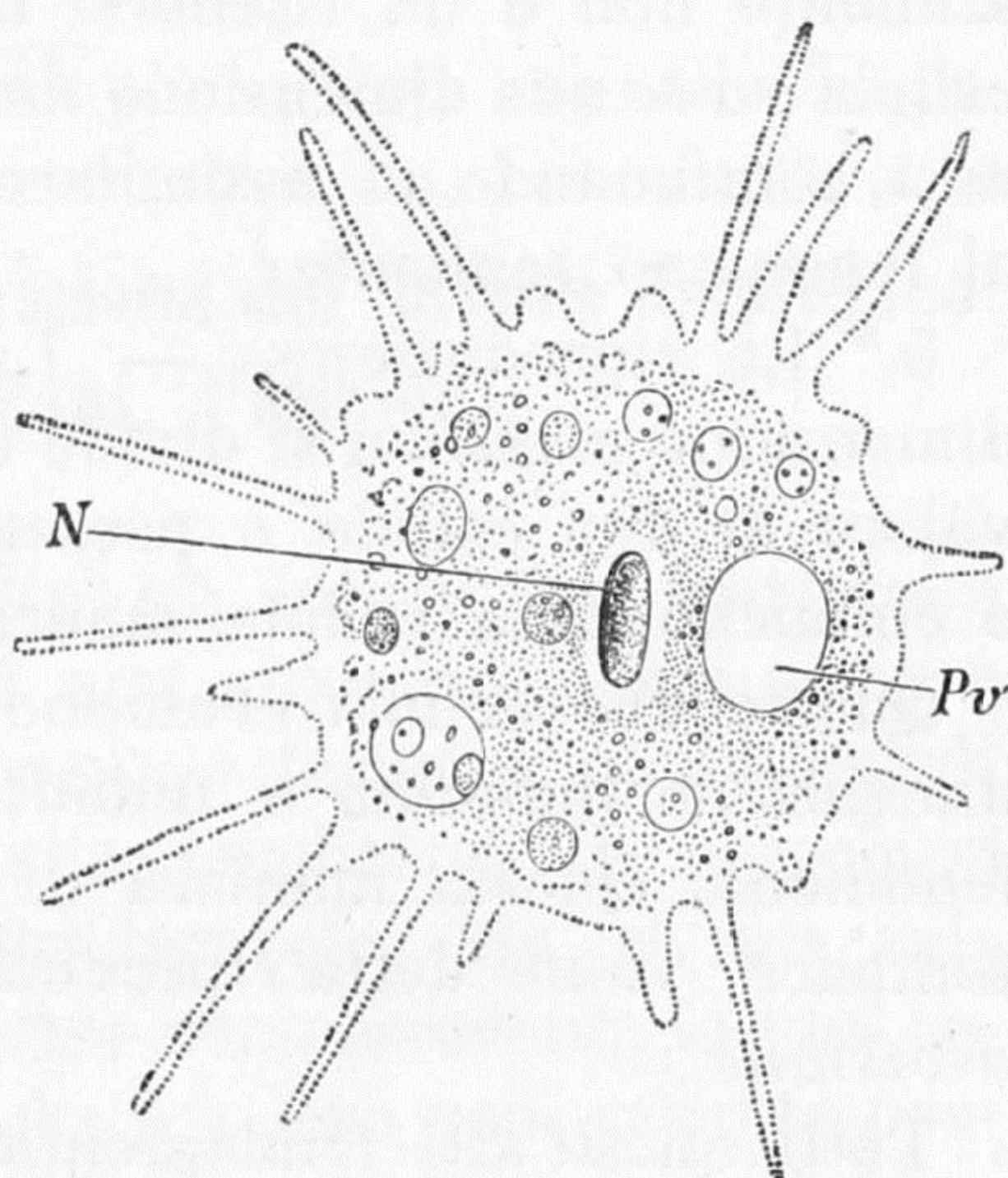



Fig. 3. — *Amoeba polypodia. N* nucleo. *Pv* vacuolo contrattile.

1.° Dei movimenti. — Il protoplasma è contrattile, vale a dire le particelle più fine che noi scorgiamo nel suo interno possono spostarsi le une rispetto alle altre, e perciò la cellula può cambiare la sua forma e può mutare la sua posizione nello spazio.

2.° La sensibilità. — La cellula reagisce contro alle impressioni esterne per mezzo dei movimenti che essa eseguisce.

3.° Il ricambio di sostanza. — La cellula piglia dall'esterno varie sostanze e in ciò consiste l'atto della nutrizione. Se le sostanze introdotte sono atte a venir trasformate in sostanza propria, vale a dire negli elementi costitutivi del protoplasma si dicono *assimilabili* e *assimilazione* si dice l'atto stesso; se esse sono inette a

subire questa modificazione vengono rigettate fuori del corpo per l'atto dell'*escrezione*.

Inoltre il compiersi degli atti vitali non si può fare che alle spese del protoplasma della cellula, il quale viene così a consumarsi, dando luogo a sostanze che devono pure venire eliminate dalla cellula stessa.

4.° L'accrescimento. — La cellula assimilando continuamente nuova sostanza cresce di volume. L'accrescimento non è da ritenersi illimitato, poichè per ogni cellula esiste una dimensione massima, raggiunta la quale essa, continuando ad assimilare nuova sostanza, dà luogo al fenomeno seguente.

5.° La riproduzione. — La cellula giunta alla sua dimensione massima si divide in due parti le quali hanno valore di due cellule e posseggono le proprietà fisiche e chimiche della cellula madre.

Queste due cellule crescono alla loro volta fino alla dimensione massima e quindi danno luogo allo stesso fenomeno. Questa maniera di riproduzione, che è la più semplice, viene detta riproduzione per *scissione* o per *divisione*.

Tutti questi atti fondamentali della vita cellulare vengono compiuti pure dagli animali pluricellulari a struttura complicata, ma in una maniera più perfetta come diremo meglio più sotto.

Noi possiamo intanto dividere questi atti in due grandi gruppi: in quelli che sono comuni ai vegetali ed agli animali e in quelli che sono proprî di questi ultimi. Ai primi si dà il nome di atti o funzioni della vita *vegetativa* e ai secondi di atti o funzioni della *vita animale*.

Gli atti o funzioni della vita vegetativa sono: il *ricambio delle sostanze, l'accrescimento, e la riproduzione*. Gli atti o funzioni della vita animale sono: i *movimenti* e la *sensibilità*.

Gli atti o funzioni della vita vegetativa si dividono alla loro volta in due gruppi: in quelli che servono alla *conservazione dell'individuo* e sono il ricambio della

sostanza e l'accrescimento, e in quelli che servono alla *conservazione della specie nel tempo*, vale a dire la riproduzione.

Vedremo più tardi come ciascuno di questi atti fondamentali si suddivida in atti secondarî i quali vengono compiuti da parti determinate del corpo degli animali pluricellulari.

IV.

Aggregati di cellule, divisione del lavoro fisiologico. Tessuti. Organi. Funzioni.

Come già sopra si è detto, gli animali più semplici e le cellule non oltrepassano mai una mole quasi sempre microscopica, quindi non possono formare gli animali di maggiori dimensioni che alla condizione di associarsi fra di loro in numero considerevole. Ma se un animale pluricellulare consistesse semplicemente in una associazione di cellule identiche fra loro non sarebbe possibile nessun progresso nell'attuarsi degli atti vitali, e gli animali pluricellulari non si distinguerebbero fra loro che pel numero delle cellule che li costituiscono. Noi osserviamo invece negli animali pluricellulari una complicazione molto varia di struttura, tanto che possiamo disporli in una serie, cominciando da quelli con struttura più semplice ed arrivando a quelli che presentano la maggiore complicazione possibile.

Il Milne Edwards paragonò la complicazione degli organismi alla divisione del lavoro, quale si osserva nella società umana e formolò la così detta *legge della divisione del lavoro fisiologico*, la quale è causa prima del progressivo complicarsi della struttura degli animali.

Le parole seguenti varranno a dare una idea della legge ora menzionata, ridotta al concetto fondamentale.

Gli animali più semplici si trovano nelle stesse con-

dizioni delle riunioni di uomini, presso i quali non è penetrata la civiltà; quando non vi è ancora nè commercio, nè industrie, ciascuno provvede da sè a tutti gli atti necessari per la sua vita. Ciascun uomo si costruisce la propria capanna, tesse il proprio vestimento, si nutre del prodotto della propria pesca o della propria caccia, si fabbrica i proprî utensili, le proprie armi, in una parola ciascun uomo provvede a sè solo e basta a sè stesso. Più tardi si stabiliscono scambî colle riunioni d'uomini vicini, e certi individui più abili cotruiscono le capanne, altri gli utensili, mentre gli individui più forti e più destri, si occupano della caccia e della pesca e della difesa comune. In questa guisa il lavoro di ciascun uomo va a benefizio di tutti. Insensibilmente la divisione del lavoro produce il perfezionamento del lavoro stesso, perchè è noto che chi compie sempre lo stesso lavoro lo fa meglio di chi ne compie parecchi diversi. Le industrie moderne sono pure uno splendido esempio della perfezione che si può ottenere nei prodotti lavorati, colla divisione del lavoro.

Or bene, negli animali vediamo prodursi lo stesso fenomeno, o diciamo meglio, pare che la divisione del lavoro sia stata copiata dalla divisione delle funzioni degli animali.

Negli animali più semplici tutte le funzioni della vita si compiono da ogni parte del corpo egualmente, mentre negli animali pluricellulari a struttura più complessa si vede che certi gruppi di cellule diventano atte ad esercitare più o meno esclusivamente una data funzione, perdendo in un grado maggiore o minore od anche totalmente la potenzialità di esercitare le altre.

A questa localizzazione delle funzioni corrisponde una differenziazione di struttura, e perciò quanto più è spinta in un animale la divisione delle funzioni , ossia la divisione del lavoro fisiologico, tanto più diverse sono fra loro le parti che costituiscono l'animale e tanto più complessa ne risulta la sua struttura. Ai varî gruppi di cellule differenziate in modo da compiere ciascuna una

data funzione si dà il nome di tessuti. Possiamo perciò considerare il corpo di un animale superiore come una riunione di molti tessuti corrispondenti ciascuna ad una delle proprietà fondamentali del protoplasma e della cellula.

Il complesso dei tessuti di egual natura in un dato animale costituisce un *sistema;* così si intende per sistema osseo la riunione di tutte le forme di tessuto osseo del corpo intiero, per sistema nervoso tutte le manifestazioni del tessuto nervoso, ecc.

I tessuti di natura diversa, riunendosi insieme in uno scopo comune, costituiscono gli *organi.* Così ad esempio la gamba è uno degli organi della locomozione. Ora in essa vi troviamo del tessuto *epiteliale* nella epidermide, del *tessuto connettivo* nel derma, nei tendini, nei legamenti del *tessuto muscolare* nella parte così detta carnosa, del *tessuto osseo* nella parte scheletrica, del *tessuto nervoso* nei nervi, ecc.

L'attività dell' organo viene indicata coll' espressione di *uso dell'organo.*

Una serie di organi che operano insieme per ottenere uno scopo determinato costituiscono un *apparato.* Così ad esempio l'apparato digerente negli animali superiori consta dei principali organi seguenti: i denti, la lingua, l'esofago, lo stomaco, gli intestini, le ghiandole digestive, le ghiandole salivari, il fegato, il pancreas.

L'attività dell'apparato viene detta *funzione.*

Si possono disporre per maggiore chiarezza le funzioni e gli apparati principali degli animali nel modo seguente.

Funzioni della vita animale o di relazione	Locomozione (movimenti in generale)	Apparato locomotore	
	Sensazioni (sensibilità)	Appar. dei sensi	Sistema nerv.

Funzioni della vita vegetat.	Funzione di nutrizione	Digestione. Apparato digerente.
		Circolazione. Apparato circolat.
		Respirazione. Apparato respirat.
		Secrezione. Organi secretori.
	Funzione di riproduzione. Apparato riprod.	

La cellula, che già sopra è stata definita, presenta nella maggior parte dei casi: un protoplasma, un nucleo, una membrana avvolgente.

La membrana manca, a quanto pare, nelle cellule più giovani e può variamente complicarsi nelle cellule adulte in determinati casi. Del protoplasma già si è detto. Il nucleo non solo nella maggior parte dei casi si distingue facilmente dal protoplasma che lo circonda, ma esso appare diverso nelle varie cellule. Le recenti ricerche degli istologici hanno dimostrato che il nucleo ha struttura propria assai complessa. In esso si trova un reticolo costituito da un intreccio filamentoso o costituito da più fili o da un filo solo avvolto su sè stesso. Vien dato il nome di *cromatina* alla sostanza del reticolo, poichè essa si colora facilmente sotto l'azione dei reagenti. Alla parte del nucleo che non si colora coi reagenti vien dato il nome di *acromatina*. Il nucleo inoltre è circondato da una membrana ora indipendente, ora in continuità col reticolo nucleare.

Il nucleo ha una grande importanza nel fenomeno di riproduzione della cellula. Si è cercato per un certo tempo di spiegare l'origine delle cellule supponendo che derivassero da una massa organica di costituzione omogenea, il così detto *Blastema;* oggi invece si ritiene, secondo l'aforismo di Virchow, che *ogni cellula deriva da una cellula*. Si ritenne pure per lungo tempo che nel fenomeno della riproduzione della cellula in due per scissione, la divisione venisse determinata da un semplice strozzamento attraverso la parte mediana del nucleo e che, divisosi il nucleo in due parti, si dividesse anche il protoplasma, in guisa da avere la cellula divisa completamente in due.

In questi ultimi tempi, per opera principalmente del Flemming, dello Strassburger, del Bizzozero, del Waldeyer, ecc., venne riconosciuto che il processo di divisione del nucleo è molto più complesso di quanto credevasi. Le ricerche recentissime però sulle così dette sfere di attrazione e sui corpi centrali hanno fatto vedere una

complessità anche maggiore. La scissione della cellula può farsi, per quanto se ne sa ora, in due modi o per mezzo della così detta *scissione nucleare* o *cellulare*

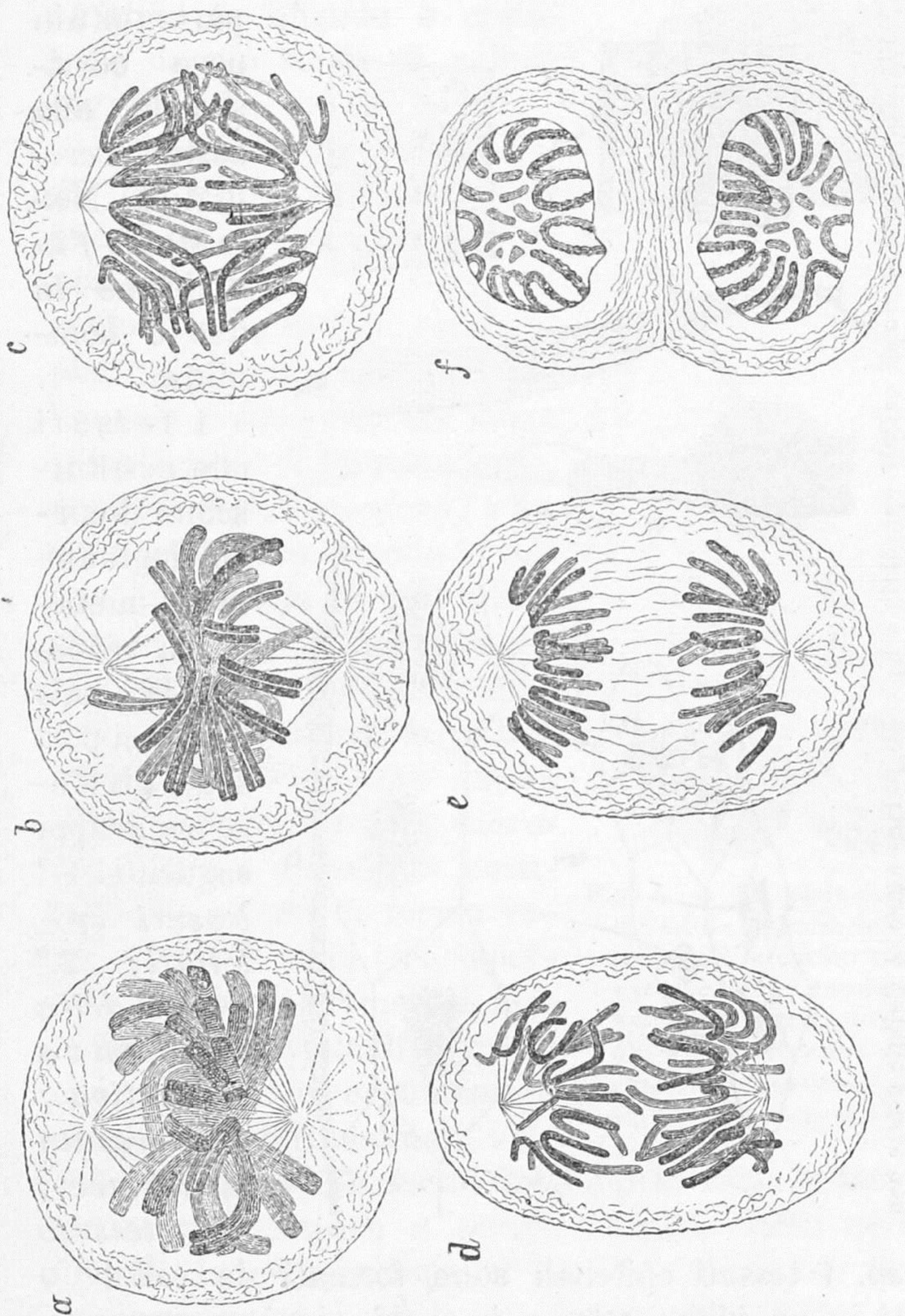



Fig. 4. — Cellula epidermoidale di una larva di Salamandra in istato di cariocinesi, da C. Rabl. *a*, *b* Stadi di *aster progenitore* o *monaster*, *c* Stadio di *metacinesi*, *d* 1.º stadio di *aster derivato* (*dyaster*), *e* 2.º stadio di *dyaster*, *f* Gomitolo derivato, dopo la completa divisione del corpo cellulare (*dyspirema*).

diretta, che è il primo modo sopramenzionato, o per mezzo della *scissione nucleare indiretta*, che viene indicata anche col nome di *cariomitosi* (1) o di *carioci-*

(1) Dal greco κάρυον nocciolo e μίτος filamento.

nesi (1). Non ci è possibile descrivere qui il processo cariocinetico: chi desidera minuti particolari in proposito ricorra ai trattati speciali di istologia; daremo soltanto una figura (fig. 4), la quale mostra una cellula epidermoidale di una larva di Salamandra in stato di cariocinesi. La parte tinta in nero corrisponde alla sostanza cromatica. Nello stadio *f* la divisione in due è compiuta.

Fig. 5. — Varie sorta di cellule epiteliali, *a* Epitelio pavimentoso, *b* Cellule piatte con peli (da una medusa), *c* Cellule cilindriche, *d* Cellule cigliate o vibratili, *e* Cellule flagellate con colletto (spugne), *f* Cellule cilindriche con margine poroso (epitelio dell'intestino tenue).

I tessuti che costituiscono il corpo degli animali metazoari, secondo la loro forma, si possono dividere nei gruppi seguenti: 1.° *tessuti epiteliali;* 2.° *tessuti della sostanza connettiva;* 4.° *tessuto muscolare;* 5.° *tessuto nervoso.* I tessuti epiteliali sono formati da cellule o disposti in un piano solo o in varî piani sovrapposti. Il tessuto epiteliale riveste tutta la parte esterna del corpo,

(1) Dal greco κίνησις movimento.

costituendovi l'*epidermide;* tutte le cavità del corpo sono pure tappezzate da uno o più strati di cellule, ai quali si dà il nome di *epitelî.*

L'epitelio è *semplice* quando è formato da un solo strato di cellule; è invece *stratificato* quando è costituito da più strati di cellule sovrapposte.

La forma della cellula degli epitelì è variabile e a questi si danno perciò varì nomi.

Quando le cellule sono appiattite, hanno contorno poligonale e sono disposte come le mattonelle di un pavimento, l'epitelio è *pavimentoso;* è *cilindrico* invece quando le cellule hanno una forma allungata in direzione normale alla superficie che esse rivestono. Un'altra forma molto importante di epitelio deve essere qui ricordata, *l'epitelio vibratile.* Questo epitelio è costituito da cellule di forma varia, rivestite sulla loro superficie libera da numerosi filamenti finissimi simili a quelli che rivestono esternamente il corpo di molti animali unicellulari. Questi filamenti detti *ciglia* sono in movimento vibratorio continuo e perciò vengono detti *ciglia vibratili.* In certe cellule vi ha uno solo di tali filamenti, e allora queste cellule si dicono *flagellate,* come ad esempio nelle Spugne. La figura 5 mostra le principali forme di tessuto epiteliale.

Fig. 6. — Glandole unicellulari, *a* Cellule caliciformi dell'epitelio dell'intestino tenue di un vertebrato, *b* Glandole cutanee unicellulari di *Argulus* con lunghi tubuli escretori. *c* Glandole cutanee unicellulari di insetti con canali escretori cuticolari.

Le cellule epiteliali possono, modificandosi, trasfor-

marsi in cellule ghiandolari, o secreti di sostanze che le altre non prepararono. Queste cellule costituiscono *le ghiandole unicellulari.* Le differenziazioni ulteriori producono introflessioni dell' epitelio, tubi, ecc., che conducono alla costituzione di ghiandole pluricellulari più e meno complesse, figura 6 e fig. 7.

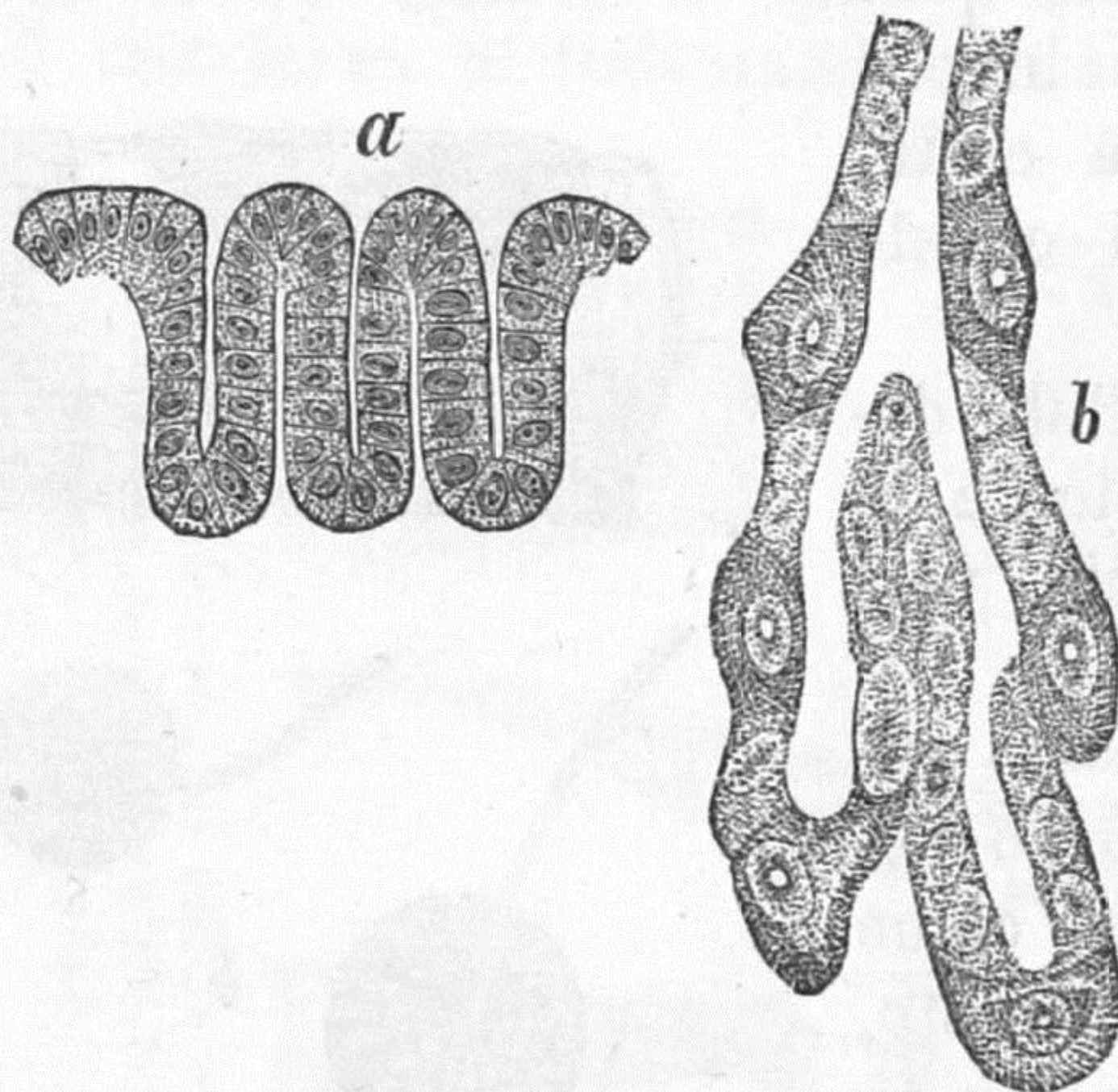



Fig. 7. — Glandole peptiche, *a* in via di sviluppo, come invaginazioni dell'epitelio, *b* in istato completo.

Il tessuto epiteliale dà ancora frequentemente origine a strati membranosi esterni all'epitelio stesso, di aspetto e struttura assai variabili e che talvolta presentano una durezza notevole per l'accumularsi in essi di chitina o di sali minerali. A queste formazioni si dà il nome di *cuticole.*

Fig. 8 — *a* Tessuto connettivo a grandi cellule con globuli grassi della *Nebalia*, *b* cellule della corda dorsale di una larva di *Salamandra.*

I tessuti di sostanza connettiva hanno principalmente l' ufficio di servire di sostegno agli altri tessuti e di formare perciò l' impalcatura del corpo dell' animale. Questi tessuti hanno come carattere principale l' essere costituiti da cellule separate

fra di loro da sostanze intercellulari o fondamentali molto abbondanti, le quali derivano dalle cellule stesse e sono per lo più la parte resistente del tessuto.

I tessuti di sostanza connettiva vengono divisi nei seguenti principali: 1.° *tessuto connettivo cellulare*, 2.° *tessuto gelatinoso*, 3.° *tessuto connettivo fibroso*, 4.° *tessuto cartilagineo*, 5.° *tessuto osseo*.

Cellule rotondeggianti od allungate, talvolta con vacuoli pieni di liquidi speciali, di grasso, separate fra loro da una sostanza fondamentale scarsa, caratterizzano il tessuto *connettivo cellulare*, come mostra la figura 8. Il tessuto connettivo *gelatinoso* è caratterizzato dalla sostanza fondamentale jalina e gelatinosa contenente grande quantità d' acqua. Consta talvolta di cellule e di fibre.

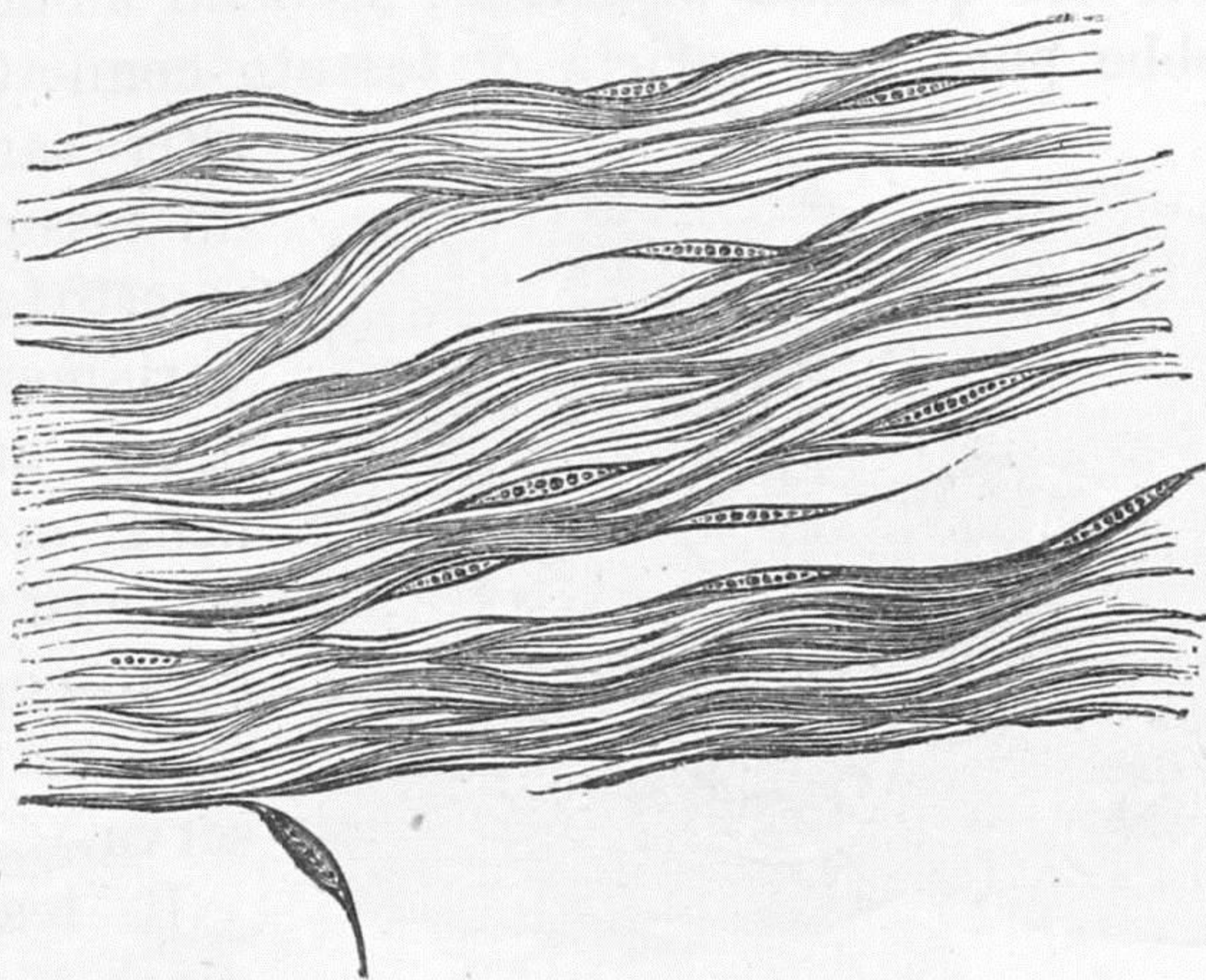



Fig. 9. — Tessuto connettivo fibrillare.

Il tessuto connettivo fibroso è molto diffuso nei vertebrati. In esso vi sono cellule per lo più fusiformi od anche ramificate e una sostanza fondamentale differenziata in fasci di fibre. Fig. 9.

Se si tratta il tessuto connettivo fibroso con un acido o con un alcali si osserva che le fibre si rigonfiano. Non tutte le fibre del tessuto connettivo presentano però questo carattere. Ve ne sono alcune le quali resistono all' azione degli alcali e degli acidi e che hanno un indice di rifazione più elevato delle altre; queste fibre inoltre, distaccate dalle loro connessioni, si arrotolano a spira per la loro grande elasticità. A queste fibre

si dà il nome di *fibre elastiche* e tessuto elastico vien detto il tessuto connettivo nel quale esse abbondano, come ad esempio alcuni legamenti, alcune membrane, ecc.

Il così detto tessuto connettivo reticolato, nel quale le cellule si modificano in un fitto e spesso sottilissimo reticolo di fibre, si trova, ad esempio, nelle ghiandole linfatiche, nel sistema nervoso centrale dei vertebrati, ecc.

Il tessuto adiposo nel quale le cellule contengono una notevole quantità di grasso, secondo alcuni autori, sarebbe pure una varietà di tessuto connettivo, secondo altri sarebbe invece un tessuto autonomo. Questo tessuto è molto variamente distribuito negli animali; esso nella maggior parte dei casi è da considerarsi come un materiale ossidabile in riserva.

Fig. 10. — Cartilagine ialina.

Il tessuto cartilagineo è caratterizzato da cellule aventi, nella maggior parte dei casi, forma rotonda e da una sostanza fondamentale assai abbondante e consistente, la quale contiene principalmente una sostanza detta *condrina*. Le cellule della cartilagine hanno talvolta forma stellata e talvolta sono contenute in cavità dette *cavità cartilaginee*. Le pareti di tali cavità, dette *capsule cartilaginee*, quantunque siano di sostanza più densa, non sono tuttavia di natura diversa dalla sostanza fondamentale. Si sogliono dividere le cartilagini secondo l'aspetto e la struttura della sostanza fondamentale in: *cartilagine jalina*, *cartilagine fibrosa*, e *cartilagine reticolare od elastica* (Fig. 10). Talvolta la consistenza del tessuto cartilagineo viene aumentata pel depositarsi in essa di sostanze calcaree o di chitina.

Il tessuto osseo è il più importante dei tessuti di so-

stegno degli animali vertebrali per la sua durezza, la quale proviene da una grande quantità di fosfato e di carbonato di calce intimamente uniti colla sostanza fondamentale. Le cellule del tessuto osseo, dette anche cor-

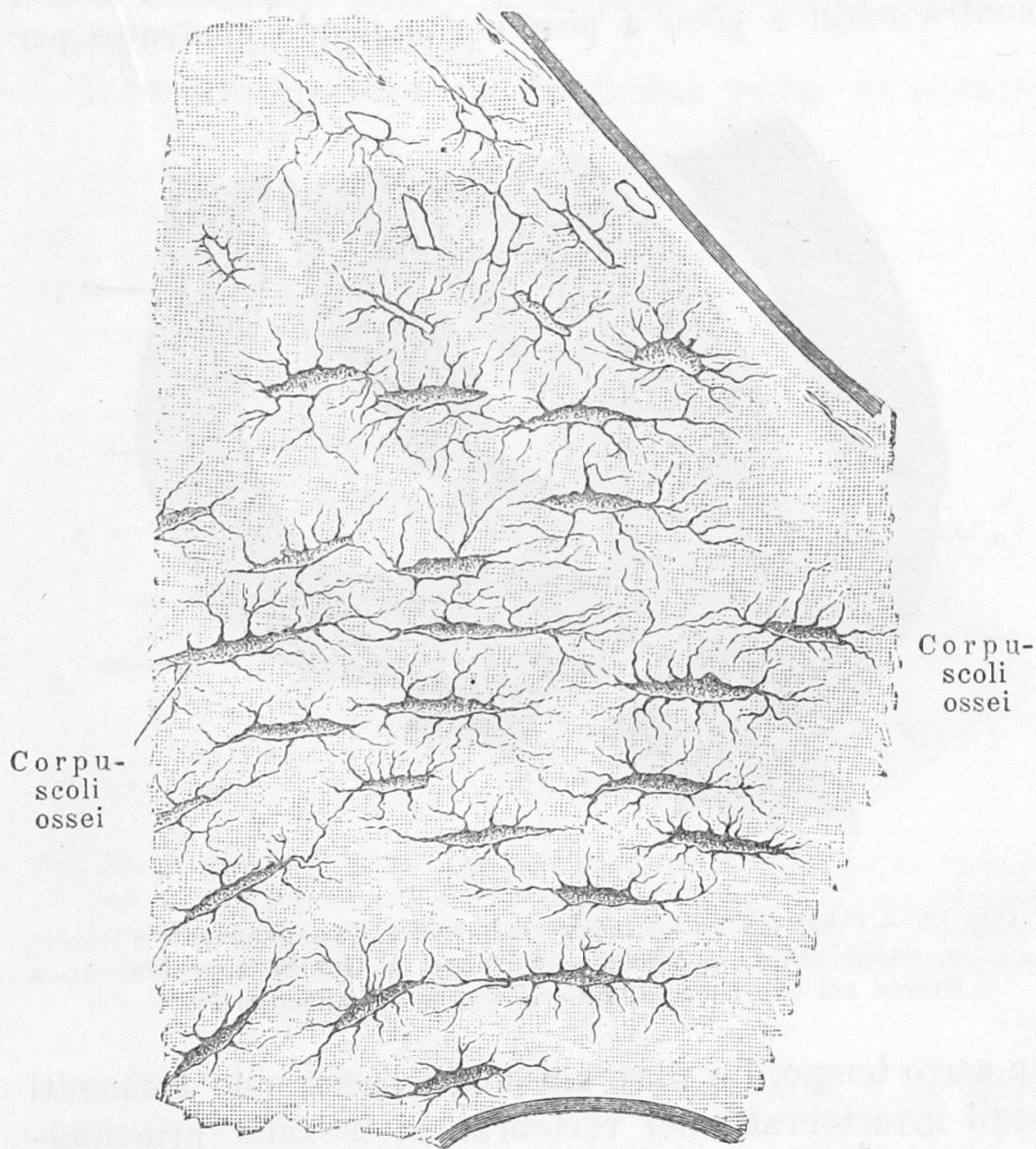
Corpuscoli ossei

Corpuscoli ossei

Fig. 11. — Un frammento di una sottile laminetta della sostanza spugnosa del femore dell'uomo.

puscoli ossei, hanno numerosi e fini prolungamenti coi quali comunicano fra loro e sono contenute in cavità, dette *cavità ossee*, le quali alla loro volta comunicano fra loro per mezzo dèi *canalicoli ossei*. La sostanza fondamentale si dispone per lo più in forma di lamelle, dette *lamelle ossee* (Fig. 11). La *dentina*, che costitui-

sce l'impalcatura solida dei denti, è una varietà del tessuto osseo.

Il tessuto muscolare si distingue in *liscio* e *striato*.

Il tessuto muscolare liscio ha cellule fusiformi, più o meno allungate, appiattite, isolate o disposte a strati, le quali reagiscono lentamente sotto lo stimolo del nervo, contraendosi a poco a poco e rimanendo contratte per

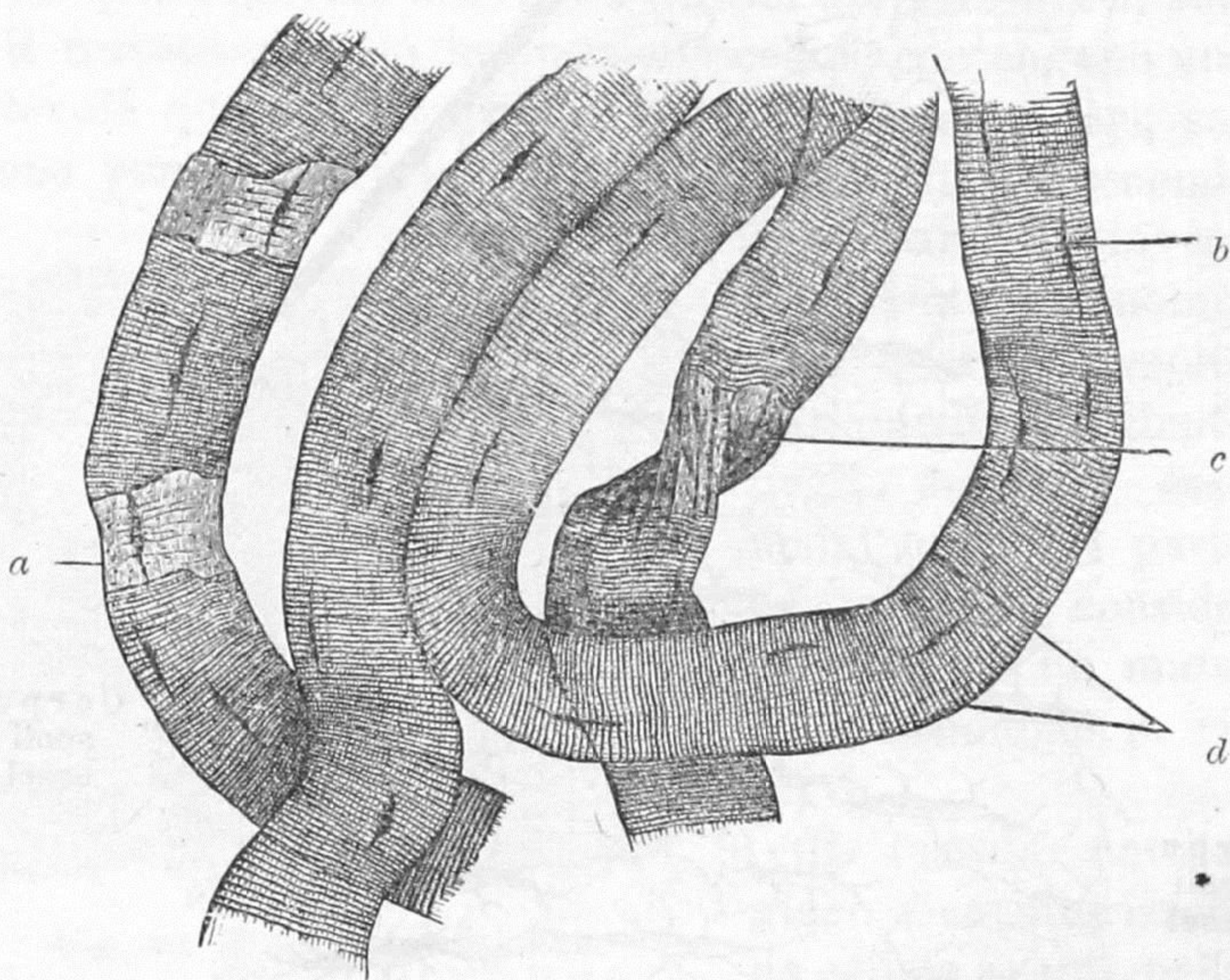



Fig. 12. — Fibre muscolari trasversalmente striate preparate a fresco, *a*, Sarcolemma, *b*, Nucleo muscolare, *c*, Guaina sarcolemmatica ritorta sul suo asse, *d*, Fascio di fibrille muscolari.

un certo tempo. Le fibre muscolari liscie sono frequenti negli invertebrati: nei vertebrati si trovano principalmente nelle pareti muscolari dell'intestino, dei vasi circolatorî, ecc.

Nelle fibrille muscolari striate trasversalmente la sostanza contrattile è divisa in tante particelle isolate dette *sarco-elementi* sovrapposti gli uni agli altri e riuniti per mezzo di una sostanza fondamentale molle e fluida. Le fibrille muscolari, riunendosi insieme longitudinalmente, costituiscono la fibra muscolare striata.

Nelle fibre muscolari striate distinguesi ancora una guaina omogenea, detta *sarcolemma*, la quale presenta dei nuclei.

Le fibre muscolari, riunendosi insieme per mezzo di tessuto connettivo, costituiscono i fasci muscolari. Il tessuto muscolare striato si contrae in modo brusco ed energico (Fig. 12 e 13).

Il tessuto nervoso consta di due sorta di elementi

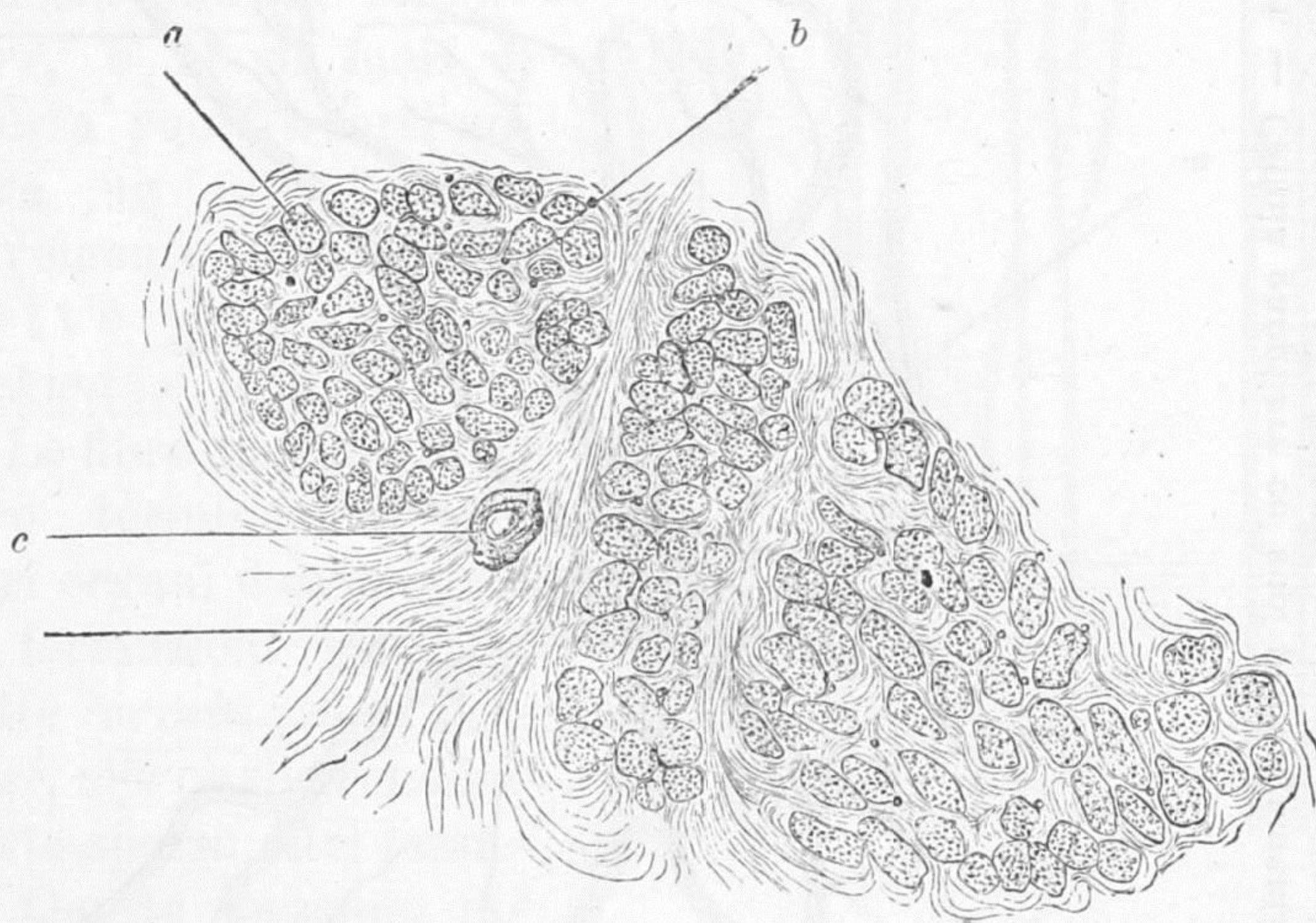



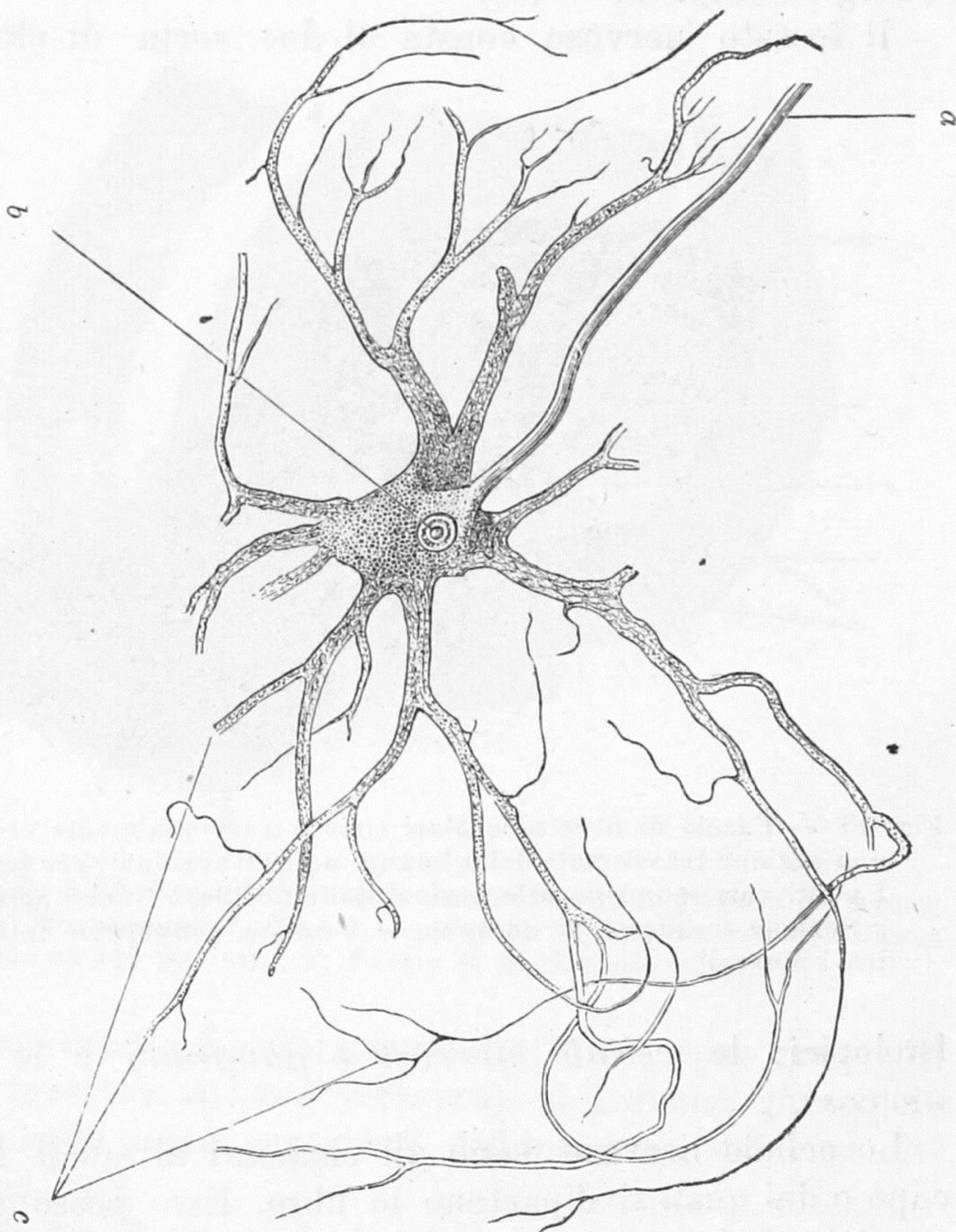
Fig. 13. — Fascio di fibre muscolari striate trasversalmente vedute su una sezione trasversale della lingua, *a* Fasci sezionati per traverso. I punti corrispondono alle sezioni delle fibrille, *b* Nuclei muscolari, *c* Sezione trasversa di un vaso, *d* Tessuto connettivo interposto tra i muscoli.

istologici: le *cellule nervose o gangliari* e le *fibre nervose*.

Le cellule nervose sono gli elementi ai quali fanno capo e dai quali si dipartono le fibre. Esse possono trovarsi isolate o riunite in gruppi più o meno grandi; in quest'ultimo caso esse costituiscono i *gangli nervosi*.

Le cellule nervose si possono dividere in *apolari*, *unipolari, bipolari, multipolari*, secondo che non presentano o presentano un numero vario di prolungamenti. Le cellule nervose dei centri nervosi degli ani-

mali superiori, secondo il Golgi, considerate soltanto nella loro forma, sono multipolari, ma considerate dal punto di vista fisiologico esse sarebbero invece tutte *unipolari*, perchè uno solo è il prolungamento che è in rapporto colla fibra nervosa. A questo prolungamento vien

Fig. 14. — Cellula gangliare co' suoi prolungamenti (cellula gangliare multipolare). *a* Prolungamento cilindri axis (prolungamento di Deiters), *b* Nucleo e nucleolo *c* Prolungamenti protoplasmatici.

dato il nome di prolungamento di Deiters. Non tutti gli Autori sono però d'accordo su questo punto (Fig. 14).

Le fibre nervose trasmettono agli organi centrali del sistema nervoso le impressioni ricevute alla periferia dell'organismo e trasmettono alle parti periferiche gli impulsi ricevuti dai centri nervosi.

Fisiologicamente le fibre nervose si dividono in *sensorie* e *motrici*. La parte più importante delle fibre nervose è il *cilindro dell'asse*, il quale risulta formato da una riunione di fibrille nervose congiunte insieme da una sostanza cementante. Negli animali superiori il cilindro dell'asse può essere circondato dalla così detta *guaina midollare*, e al di fuori di questa può trovarsi ancora un altro strato avvolgente con nuclei, detto *guaina di Schwann* (Fig. 15).

Fig. 15. — Fibre nervose (in parte da M. Schultze). *a* Fibre del simpatico, amidollate. *b* Fibre midollate, ma con una iniziale coagulazione del midollo, *c* Fibra midollata con la guaina di Schwann.

Le fibre nervose nelle loro terminazioni nei varî organi danno luogo a formazioni speciali, dette *terminazioni nervose*, alle quali prendono parte spesso altri tessuti. Queste possono dividersi in *sensitive*, come ad esempio i corpuscoli tattili di Meissner, i corpuscoli di Pacini, ecc., e *motrici* nelle quali la fibra nervosa si mette in rapporto colle fibre muscolari.

Diremo inoltre del *sangue* e della *linfa*, liquidi che trasportano elementi istologici con forma determinata. Il sangue consta di un liquido trasparente incoloro, il *plasma*, e di elementi cellulari che nuotano in esso.

Nei vertebrati, secondo le ultime ricerche, si trovano nel sangue: i *globuli bianchi*, i *globuli rossi* e le *piastrine*. Negli Invertebrati si trovano i *globuli bianchi* e talvolta anche altri elementi morfologici che qualche autore paragona ai globuli rossi dei vertebrati. I glo-

buli bianchi hanno movimenti ameboidi e nucleo ben spiccato. I globuli rossi hanno forma determinata per ciascun gruppo di animali vertebrati; sono appiattiti e ora sono rotondi a mo' di piccoli dischi; ora hanno contorno elittico. Nella maggior parte dei casi il nucleo è ben evidente anche nel globulo rosso dell'animale adulto; in pochi casi il nucleo appare ben evidente solo nei primi stati di sviluppo dell'animale stesso (Fig. 16).

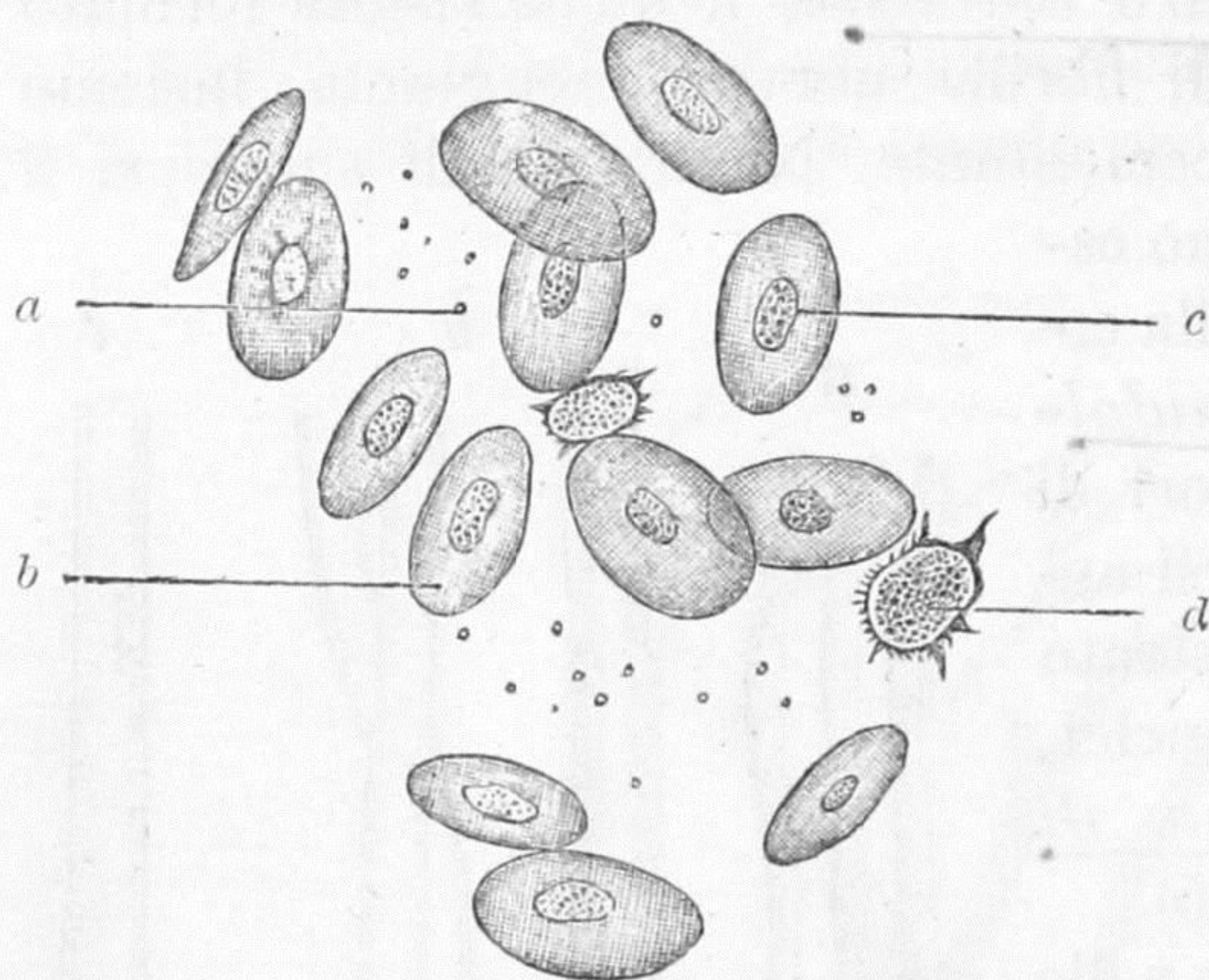



Fig. 16. — Corpuscoli sanguigni freschi di tritone. *a* Piccole particelle tra i corpuscoli del sangue, *b* Globulo rosso, *c* Nucleo, *d* Globulo bianco.

La sostanza colorante dei globoli rossi è l'*emoglobina*, la quale contiene ferro. Questa sostanza si trova talvolta sciolta nel plasma del sangue degli invertebrati. In alcuni casi, come ad esempio nei Cefalopodi e in alcuni crostacei, si nota la presenza di un pigmento azzurro contenente rame, l'*emocianina*, che è atta ad assorbire ossigeno.

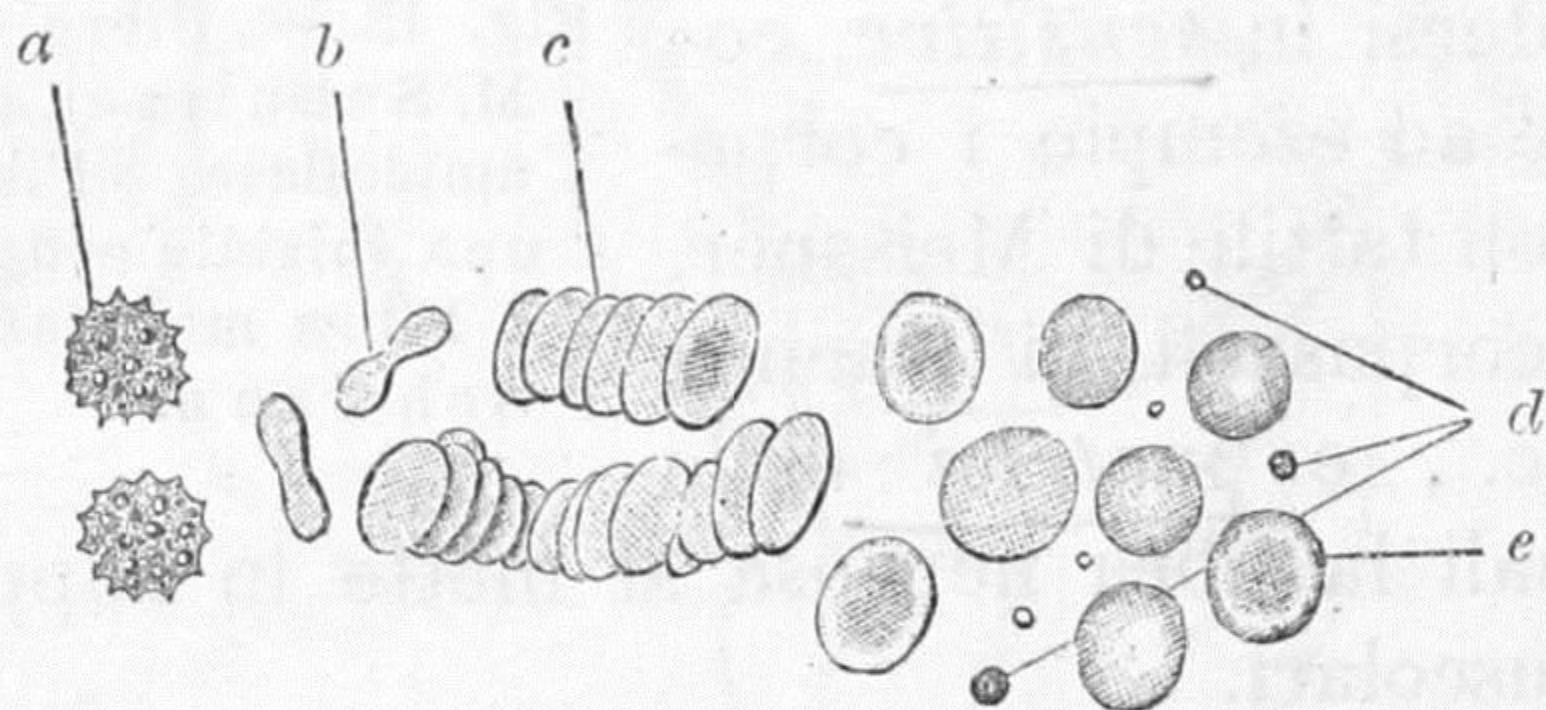



Fig. 17. — Corpuscoli sanguigni rossi dell'uomo. *a* Forma stellata (paragonata al frutto dell'ippocastano), *b* Bastoncini foggiati a biscotto (globuli veduti di fianco), *c* Pile di monete, *d* Piastrine, *e* Corpuscoli sanguigni isolati.

Le piastrine vennero descritte come elemento a sè del sangue primieramente dal Bizzozero.

Esse hanno la forma di un dischetto piatto con faccie parallele. Secondo il Bizzozero le piastrine avrebbero una parte importante nella coagulazione del sangue preparando il materiale per la fibrina; a torto l' Hayem le chiamò ematoblasti considerandoli come elementi precursori dei globuli rossi (Fig. 17).

La linfa ed il chilo sono costituiti da un plasma liquido e da elementi cellulari nuotanti in esso. Questi pigliano il nome di *corpuscoli della linfa e del chilo* e sono simili ai globuli bianchi del sangue.

V.

Concetto di Organo e concetto di Individuo. Associazione, correlazione degli organi.

Il concetto di organo è strettamente legato al concetto di individuo. Questo ultimo può apparire molto chiaro a chi da un certo punto di vista consideri solamente un animale superiore, come ad esempio un vertebrato, un insetto, ecc.; ma se si considerano le forme di animali che vivono più o meno intimamente aggregati fra loro in colonia, allora il concetto di individuo diventa meno chiaro e viene a trovarsi in stretto rapporto col concetto di organo.

Già nel XVI e nel XVII secolo era stato riconosciuto che gli animali erano costituiti da parti simili (*partes similares*, e da parti dissimili (*partes dissimilares*) aventi ciascuna un uffizio determinato, e a queste parti era stato fin d'allora dato il nome di parti organiche. Più tardi lo Stahl ed il Bonnet chiarirono meglio il concetto di organo. Il Bichat poi pel primo ebbe una idea chiara dei varî gradi di aggregazione delle parti degli animali e dei varî gradi di organizzazione. Egli considerava gli animali come una riunione di organi diversi,

ciascuno dei quali concorre per la sua parte alla conservazione del tutto. Egli considerava perciò particolarmente il nesso funzionale esistente fra i varî organi. Egli considerava ciò che oggi giorno si dice : l' *individuo fisiologico*. L'idea principale come dice G. Cattaneo racchiusa in tale espressione, come è data anche dal senso letterale della parola in-dividuo, cioè non divisibile, si riferisce alla connessione funzionale delle varie parti dell'organismo, per la quale non è possibile sopprimerne una, o dividerne l'una dall'altra senza procurare uno stato patologico o, più facilmente, la morte dell'organismo intero.

Modernamente il concetto dell'individuo può essere considerato da un altro punto di vista, vale a dire morfologicamente. In questo caso l'individuo è ciò che non è più suscettibile di essere *anatomicamente* scomposto, senza perdere la qualità di vivente. Questo concetto, come si vede, deriva dal modo di intendere i caratteri dei viventi che già vennero precedentemente esposti.

Quindi gli animali di struttura più complessa, considerati *morfologicamente*, sono colonie di un numero più o meno grande di *individui morfologici*. Non possiamo diffonderci qui su tale argomento senza venir meno all'indole del libro; chi desidera maggiori particolari può consultare con frutto oltre ai lavori di Haeckel anche il lavoro di G. Cattaneo intitolato: *Le forme fondamentali degli organismi* — Milano Dumolard.

Gli organi differenziandosi progressivamente, per causa della sempre crescente divisione del lavoro fisiologico, conducono ad un progressivo perfezionamento dell' organismo, ed inversamente il ridursi degli organi, per metamorfosi regressiva, è causa di semplificazione dell'organismo stesso. Sia la differenziazione progressiva che la riduzione si compiono con un processo graduale, quindi gli organi che presentano questi fenomeni si mostrano a noi in varî stadî e danno luogo ai così detti *organi rudimentali*, i quali hanno nell' anatomia comparata importanza grandissima.

Il differenziarsi o il ridursi di un organo non è un fenomeno che nella maggior parte dei casi rimanga isolato; ma per lo più è causa di altre modificazioni dell'organismo: così, ad esempio, negli uccelli attuali la formazione dello stomaco muscolare è probabilmente in rapporto colla scomparsa dei denti che i loro antenati fossili possedevano ben sviluppati; così pure un maggiore sviluppo dei muscoli di una data parte induce un maggior sviluppo delle parti scheletriche, sulle quali essi si inseriscono e può anche essere causa della formazione di creste, di sporgenze speciali delle ossa. Dallo studio di questi fatti si deduce il principio della *correlazione degli organi.* Lo studio della correlazione degli organi si fonda principalmente sulla conoscenza esatta delle funzioni dei varî organi e della loro importanza rispetto all'economia generale dell'animale. Gli organi che hanno la stessa funzione si dicono *analoghi;* gli organi che hanno lo stesso significato morfologico si dicono *omologhi.*

Gli organi analoghi possono essere morfologicamente diversi, e così gli organi omologhi possono avere funzioni totalmente diverse. Così ad esempio: le branchie dei pesci, dei molluschi, dei crostacei, sono organi analoghi, ma non omologhi; la mano dell' uomo, l' ala di un uccello, la pinna pettorale di un pesce, quantunque funzionalmente diversi fra loro, sono organi fra loro omologhi.

Lo stabilire le omologie fra gli organi è compito di un ramo importantissimo della anatomia comparata della *morfologia comparata*, la quale si vale perciò di tutti i risultati che forniscono l' anatomia, l' istologia, l' embriologia e la paleontologia.

VI.

Classificazione degli animali.

Nello studio della struttura degli animali seguiremo la seguente classificazione generale.

Il regno animale viene diviso in due sottoregni, come già sopra è stato detto: I. *Protozoi* (animali unicellulari o colonie di animali unicellulari) fra i quali ricorderemo le classi dei *Rizopodi*, dei *Flagellati*, degli *Sporozoi* e degli *Infusorii*; II. *Metazoi* (animali liberi o riuniti in colonia, costituiti da almeno due strati di cellule differenti fra loro). Questo sottoregno si suddivide in 7 tipi, nel modo seguente:

1.° *Poriferi* colle classi: *Fibrospongie* e *Calcispongie*.

2.° *Celenterati* colle classi: *Idromeduse*, *Antozoi*, *Ctenofori*.

3.° *Vermi* colle classi: *Planuloidei*, *Platelminti*, *Rotiferi*, *Briozoi*, *Chetognati*, *Nematelminti*, *Acantocefali*, *Discofori*, *Anellidi*, *Sipunculidi*, *Brachiopodi*, *Enteropneusti*.

4.° *Echinodermi* colle classi: *Oloturidi*, *Echinidi*, *Asteridi*, *Crinoidi*.

5.° *Artropodi* colle classi: *Onicofori*, *Crostacei*, *Cheliceratì*, *Antennati*. Quest'ultima si divide nelle due sottoclassi: *Miriapodi* ed *Insetti*.

6.° *Molluschi* colle classi: *Amfineuri*, *Lamellibranchi*, *Scafopodi*, *Gasteropodi*, *Cefalopodi*.

7.° *Cordonii*. Questo tipo si divide nei tre sottotipi: *Tunicati* colle classi: *Copelati* o *Perennicordati*, e *Acopelati* o *Caducicordati*; *Leptocardi* (comprendente il solo genere *Amphioxus*); *Vertebrati* colle classi: *Ciclostomi*, *Pesci*, *Amfibi*, *Rettili*, *Uccelli*, *Mammiferi*.

I rapporti di derivazione o filogenetici dei varî tipi

sopra menzionati si possono indicare così: I Protozoi hanno dato origine ai Metazoi. Nei Metazoi si distinguono anzitutto due rami: uno è quello dei Poriferi, l'altro è quello dei Celenterati I Celenterati hanno dato origine ai Vermi. Dai Vermi sono sorti quattro rami, che hanno dato origine ciascuno ad un tipo, vale a dire: agli Echinodermi, agli Artropodi, ai Molluschi, ed ai Çordonii.

Questi pochi cenni crediamo possano bastare al lettore, non al tutto digiuno di zoologia, per potersi orizzontare nelle pagine che seguono intorno alla posizione che occupano nella serie animale le specie che verremo menzionando. Affinchè ciò possa riuscire più agevole avremo cura di indicare vicino a ciascuna specie la classe alla quale essa appartiene.

PARTE SPECIALE

I.

Integumento.

Nei Protozoi si ha un primo accenno di una formazione tegumentale in certe forme semplicissime della classe dei Rizopodi (ad esempio nel genere *Amoeba*), nelle quali lo strato protoplasmatico periferico si fa più resistente e talvolta più trasparente del protoplasma mediano. In altre forme (Gregarine nella classe dei Sporozoi) il protoplasma periferico si differenzia in uno strato cuticolare propriamente detto. Talvolta al disotto dello strato *cuticolare* si osserva uno strato *corticale*, il quale dà luogo spesso alla formazione di ciglia o di prolungamenti che pigliano sviluppo vario e costituiscono ora prolungamenti rigidi, spiniformi, ora ciglia vibratili.

In talune specie di Infusorî lo strato tegumentale presenta una struttura più complessa, vale a dire presenta nello strato corticale una serie di bastoncini, detti *tricocisti*, disposti perpendicolarmente alla cuticola, i quali, tratto tratto, lasciano scattar fuori dei lunghi filamenti esilissimi. In alcuni casi poi lo strato corticale presentasi differenziato in due strati: uno amorfo ed uno con apparenza fibrillare. A quest'ultimo venne dato il nome di strato muscolare considerandosi però le fibre come formazioni *analoghe*, ma non *omologhe* alle fibre muscolari dei metazoi.

Certe specie di Infusorî (genere *Stentor*, ad esempio,) segregano una sorta di tubo nel quale essi possono ritirarsi (Fig. 18).

Nei Poriferi l' integumento è fatto da una riunione di cellule talvolta appiattite in guisa da costituire un vero epitelio pavimentoso: spesso esso è rivestito di ciglia vibratili; talvolta le cellule sono munite di flagello. Altre volte l'integumento si fa coriaceo ed assume un colore bruno o nero.

Nei Celenterati troviamo nell'integumento una epidermide, propriamente detta, formata da cellule epiteliali per lo più rivestite nella loro parte libera da ciglia vibratili. Le così dette palette locomotrici dei Ctenofori sono formate appunto da ciglia riunite insieme.

In molti casi le cellule epidermiche segregano involucri più o meno resistenti, che sono dei scheletri cutanei e servono di difesa e di sostegno all' animale, come, ad esempio, in varie forme della classe delle Idro meduse.

Fig 18. — *Stentor Roeselii* Ehrbg (da Stein). *O* Apertura boccale con l'esofago, *PV* Vacuolo pulsante, *N* Nucleo.

Una parte delle cellule epiteliali si trasforma in capsule, dette nematocisti o capsule urticanti, contenenti un filamento elastico di forma variabile, avvolto a spira; toccando il nematocisto, questo filamento viene proiettato fuori con forza e può impiantarsi nella pelle di altri animali. I nematocisti contengono una sostanza acre, che vien trascinata in parte dal filamento nella ferita (Fig. 19). I nematocisti sono organi di offesa assai importanti verso molti piccoli animali marini.

Spesso l' epitelio esterno del corpo dei Celenterati è

fosforescente. Sono classi che a tal riguardo le ricerche del Panceri.

Nei vermi la struttura dell'integumento varia da classe a classe; non potendo entrare qui in particolari troppo minuti, diremo che l'integumento dei vermi, considerato complessivamente in tutto il gruppo, si presenta costituito da uno strato cellulare di natura epiteliale che forma la vera epidermide, e di uno strato cuticolare esterno all'epidermide.

Le cellule dello strato epidermico variano assai di forma, non solo nei vermi delle varie classi, ma anche nelle diverse regioni del corpo dello stesso animale. In certi casi (ad esempio nei generi *Mermis* e *Hedruris* nella classe dei Nematelminti) l' epidermide propriamente detta manca nello stato adulto. Molto frequentemente una parte delle cellule epidermiche si trasforma in cellule ghiandolari, che costituiscono le così dette *ghiandole unicellulari* dell'integumento, le quali vengono a sboccare alla superficie esterna della pelle passando attraverso allo strato cuticolare. I tubi calcarei o semplicemente mucosi o di consistenza cornea, entro ai quali stanno varie specie di vermi della classe degli Anellidi, sono un prodotto delle ghiandole ora menzionate.

Fig. 19. — Ammasso di nematocisti all'estremità dei tentacoli di un *Scyphostoma*.

Lo strato cuticolare può essere una semplice lamina sottilissima od essere notevolmente sviluppato con struttura complessa, come si osserva in varî generi della classe dei Nematelminti, ad esempio negli Ascari e nei Gordii. I peli, le setole, gli uncini, ecc., sono formazioni cuticolari. Le ventose, organi di adesione, frequenti nei varî gruppi di vermi, sono pure formazioni cutanee,

nelle quali tuttavia si trova una parte importante proveniente dallo strato muscolare sottostante all'integumento propriamente detto.

Nella classe dei Brachiopodi l'integumento ha struttura particolare ed ha qualche rossomiglianza con quello dei Molluschi bivalvi. Esso presenta, cioè, un *mantello* ed una *conchiglia*. Il mantello consta di uno strato epiteliale esterno, di uno strato mediano di natura connettiva, e, internamente, verso la cavità del corpo, di un altro strato epiteliale, talvolta cigliato. La conchiglia è

e a b c d

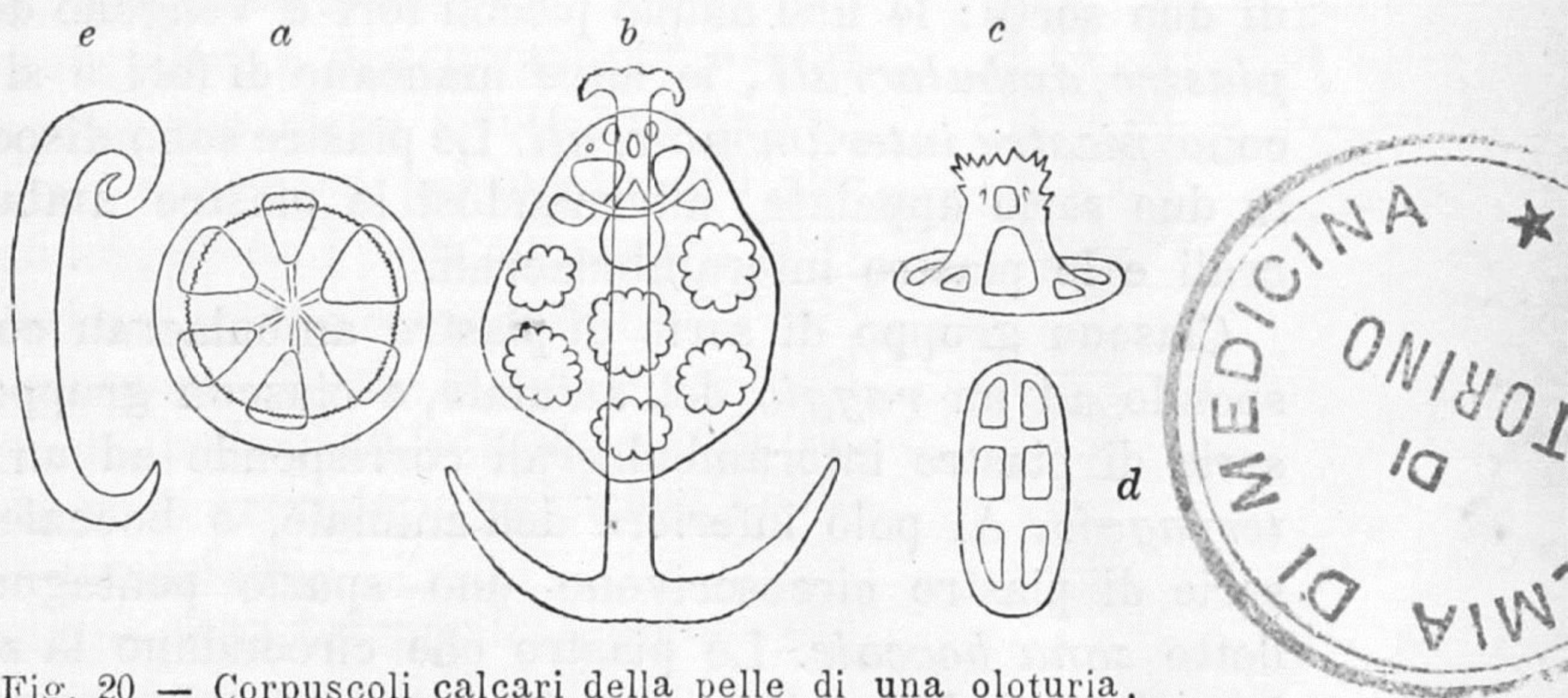



Fig. 20 — Corpuscoli calcari della pelle di una oloturia, *a* nella *Chirodota*, *b* nella *Synapta*, *c*, *d* nell'*Holothuria impatiens*.

una produzione del mantello. Nella conchiglia dei Brachiopodi manca sempre il legamento elastico articolare caratteristico della conchiglia dei molluschi bivalvi.

Negli Echinodermi l'integumento consta di uno strato epidermico cellulare e di uno strato connettivo sottostante, che viene considerato come un *derma*; sulla parte esterna della epidermide vi è per lo più uno strato cuticolare.

Nei primi periodi dello sviluppo larvale la superficie del corpo è cigliata. Fra le cellule dell'epidermide sono numerose le ghiandole unicellulari derivate dalle cellule stesse.

Il derma è notevolmente sviluppato e il tessuto connettivo che lo costituisce può essere o fibrillare o areo-

lare con un maggiore o minor numero di cellule. In questo strato della pelle si formano speciali corpuscoli calcarei, i quali possono essere scarsi in numero ed isolati, come in varie specie della classe degli Oloturidi (Fig. 20), oppure numerosi e fusi insieme in modo da costituire una impalcatura scheletrica cutanea, continua, come nella classe degli Echinidi. La forma, il numero e la posizione rispettiva dei pezzi dello scheletro dermico degli Echinodermi variano secondo le classi. Negli Echinidi, ad esempio, le piastre scheletriche sono di due sorta: le une hanno piccoli fori e vengono dette *piastre ambulacrali*, le altre mancano di fori e si dicono *piastre interambulacrali*. Le piastre sono disposte in due serie appaiate, alternandosi le piastre ambulacrali e le piastre interambulacrali.

Ciascun gruppo di serie di piastre ambulacrali corrisponde ad un *raggio* dell'animale, e ciascun gruppo di serie di piastre interambulacrali corrisponde ad un *interraggio*. Al polo inferiore dell'animale, o boccale, le serie di piastre circoscrivono uno spazio pentagonale detto *zona boccale*. Le piastre che circondano la zona boccale sono dette *piastre peristomali*. Al polo superiore dell'animale, o anale, le serie di piastre delimitano la *zona apicale*. Ciascuna delle doppie serie di piastre ambulacrali termina con una piccola piastra detta *intergenitale*. Ciascuna delle doppie serie delle piastre interambulacrali termina con una piastra provvista di un piccolo foro, detta *piastra genitale*. Le due serie di piastre genitali e intergenitali costituiscono il così detto *periprocto*. Fra le piastre genitali è d'uopo distinguerne una, che si presenta per lo più di dimensioni e di aspetto diversi dalle altre, ed alla quale si dà il nome di *piastra madreporica*.

Appartengono alle formazioni integumentali varie sorta di appendici esterne solide, come gli *aculei* e le *pedicellarie*. Gli aculei sono articolati sulle protuberanze delle piastre scheletriche degli Echini, e vengono rialzati ed abbassati da fibre muscolari derivanti dallo strato muscolare sottostante all'integumento.

La forma degli aculei varia molto da gruppo a gruppo

Le pedicellarie (Fig. 21) sono aculei modificati: esse sono fatte di un peduncolo calcarizzato e articolato sopra ad una piccola sporgenza del dermascheletro e di una pinza di varî pezzi mossi da muscoli speciali. Vi sono pedicellarie di varie forme: esse si trovano per lo più intorno alla bocca; è tuttavia incerta la loro funzione.

I pedicelli sono pure formazioni in massima parte tegumentali. Essi sono prolungamenti sottili, cavi internamente, e suscettibili di inturgidirsi e distendersi per azione dell'acqua che viene spinta in essi dall'interno del corpo per opera dell'apparato acquifero. I pedicelli escono fuori dai fori scavati nelle piastre dello scheletro dermico. Negli Echinidi regolari l'apice dei pedicelli è foggiato a ventosa. Queste parti servono in particolar modo alla locomozione.

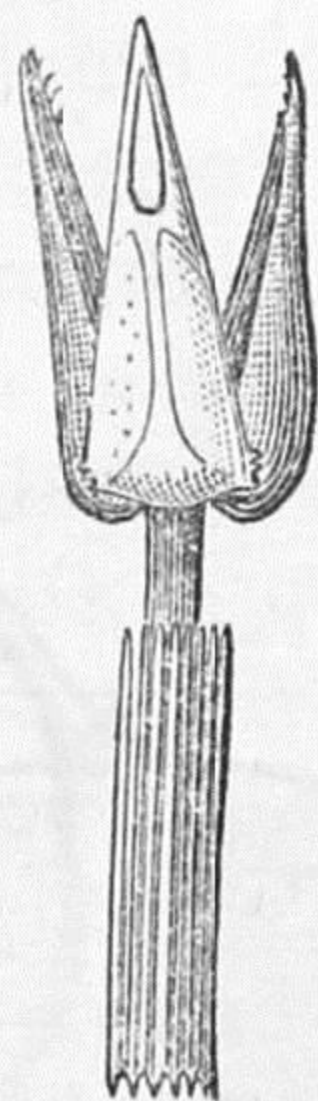



Fig. 21. — Pedicellaria di una *Leiocidaris* (da Perrier).

Nel tipo degli Artropodi l'integumento è essenzialmente costituito di uno strato cellulare, che merita il nome di epidermide, e, spesso, di uno strato di natura connettiva che sta sotto al primo a guisa di derma. Inoltre all'esterno della epidermide vi è uno strato cuticolare.

Lo strato cuticolare esterno è normalmente privo di ciglia vibratili, ed offre condizioni diverse di consistenza e di spessore nei varii Artropodi, da una semplice pellicola assai sottile agli strati spessi e duri dei crostacei più elevati e dei coleotteri. Negli Artropodi lo strato cuticolare si trasforma nella parte salda, sulla quale si inseriscono internamente i muscoli, e perciò funziona da dermascheletro (Fig. 22).

Il dermascheletro di un artropodo è sempre costituito, almeno originariamente, da una serie di anelli distinti che vengono detti *somiti* (da σῶμα corpo). Questi so-

miti non sono mai tutti nettamente separati gli uni dagli altri da zone molli o da articolazioni, poichè molto spesso in varie regioni del corpo parecchi somiti si fondono insieme e costituiscono parti più estese. Si potrà tuttavia nella maggior parte dei casi riconoscere il numero dei segmenti che si sono saldati insieme, tenendo conto in particolar modo del numero delle appendici che queste parti presentano, poichè ciascun somito o anello completo, tipico, porta almeno un paio di appendici mobili, le quali possono essere o zampe, o zampe mascelle, o mascelle, o mandibole, ecc., parti tutte che si possono considerare come derivate dalla forma primitiva di zampa.

Fig. 22. — Cuticola e epidermide, *a* d'una larva di *Corethra*, *b* di una larva di *Gastropacha*, con due glandole velenose, sormontate da due peli rigidi.

Chi vuol farsi un'idea precisa della struttura del dermascheletro di un artropodo è utile che pigli le mosse da una forma determinata e che la studii in tutte le sue parti; gli sarà facile in seguito, confrontando la forma studiata con quella degli altri artropodi, farsi una idea delle modificazioni dermascheletriche di tutto il gruppo. Serve a tale scopo molto bene il gambero comune. Ciò è tanto

più utile di fare in quanto che il dermascheletro del gambero, volendo scegliere fra le forme di artropodi più ovvie, si avvicina per varie ragioni alla forma primitiva.

Ciascun somito si compone di otto pezzi riuniti fra loro in modo da costituire due archi, uno superiore e l'altro inferiore, il quale porta le appendici. Questi due archi sovrapposti formano l'intero somito. Spesso i somiti non si fondono che nei loro archi superiori e non raramente i somiti possono trovarsi incompiuti.

Prima di procedere ad un esame più minuto dei somiti del gambero è d'uopo dire della costituzione delle appendici. Ciascuna di queste consta sempre di un articolo che le serve di base ed è incastrato in un'apertura dell'arco inferiore del somito corrispondente: a questo articolo si dà il nome di *articolo basale*. A questo fanno seguito altri articoli in numero vario e diversamente foggiati secondo le funzioni che le appendici devono compiere.

Nel gambero e nei crostacei decapodi le appendici si possono dividere in cinque gruppi: 1.° le appendici di senso, 2.° le appendici boccali dette anghe *gnatiti* (dal greco γνάθος mascella), 3.° le appendici locomotrici o *periopodi* o zampe, 4.° le appendici addominali poco sviluppate o *pleopodi*, 5.° le appendici caudali o *uropodi*.

Credo utile di riferire qui lo specchietto seguente del Plateau nel quale sono riuniti tutti i somiti colle loro appendici e colle altre parti caratteristiche.

Appendici	Descrizione	Regione
Appendici di senso	1.° *Appendici oculari*: ciascuna porta alla sua estremità un occhio composto; 1.° *somito o somito oftalmico.*	Capo
	2.° *Antennule*, organi di senso terminati da due filamenti costituiti di molti articoli; 2.° *somito o somito antennulare.*	Capo
	3.° Antenne, terminate ciascuna da un lungo filamento costituito da molti articoli; 3.° *somito o somito antennare.*	Capo
Appendici boccali (*Gnatiti*)	1.° *Mandibole o protognati.* Internamente la mandibola porta un'appendice articolata che si termina con due setole corti, alla quale si dà il nome di *palpo mandibolare.* Anche sulle altre appendici dello stesso gruppo vi è un palpo; 4.° *somito* o *somito mandibolare.*	Capo
	2.° primo paio di mascelle o *deutognati;* 5.° *somito* o *somito mascellare.*	Pereion ant.
	3.° Secondo paio di mascelle o *tritognati;* 6.° *somito.*	Pereion ant.
	4.° 5.° 6.° Zampe mascelle, *tetartognati, pemptognati, ectognati.* 7.° 8.° e 9.° somiti.	Pereion ant.
Appendici locomotrici toraciche o *periopodi*	1° 2.° 3° 4.° 5.° Cinque paia di zampe locomotrici o *periopodi.* Somiti 10, 11, 12, 13, 14. Questi somiti sono incompiuti nella parte sup., l'ultimo è mobile.	Perion poster.
Appendici addominali o *pleopodi*	1.° 2° 3.° 4.° 5.° Cinque paia di zampe addominali ridotte o *pleopodi.* Nel maschio il 1.° e il 2° paio sono diversi dagli altri e concorrono all'opera della riproduzione. Nella femmina tutte le paia sono eguali e portano attaccate le uova dopo la loro emissione. Somiti 15, 16, 17, 18, 19.	Addome o Pleon
Remi caudali o *uropodi*	6.° Sesto paio di zampe addominali in forma di doppi remi appiattiti Esse costituiscono coll' ultimo somito il ventaglio caudale. Somito 20.°	Addome o Pleon
	Ultimo somito o *telson* (dal greco τελσον limite), senza appendici e portante l' orifizio anale.	Telson.

In totale si hanno: 21 somiti e 20 paia di appendici articolate.

Negli Aracnidi i varî somiti si riuniscono ora a co-

stituire un capo, un torace ed un addome distinto, od un cefalotorace ed un addome; negli Acaridi l'indipendenza dei somiti scompare totalmente.

Negli insetti i somiti si riuniscono a costituire un capo, un torace ed un addome. Il torace può presentare distinti fra loro i suoi tre segmenti: cefalotorace, mesotorace e metatorace.

Il numero delle paia di estremità varia pure assai in rapporto col diverso aggruppamento dei somiti fra loro ed anche in seguito a fenomeni di adattamento a speciali condizioni di vita. Si può ritenere tuttavia che, in tesi generale, i membri primitivi degli Artropodi sono biforcati. Questa forma si venne via via perdendo in molti gruppi di Artropodi per trasformarsi in altri organi od anche in causa dell' atrofizzarsi di uno dei rami dell'estremità.

Negli insetti, oltre alle estremità propriamente dette, vi sono le ali le quali si presentano come appendici pari inserite sui segmenti toracici. Il punto di partenza dello sviluppo delle ali deve ricercarsi, molto probabilmente, nelle sporgenze della porzione latero-posteriore delle lamine dorsali dei somiti. Queste sporgenze , che si possono, ad esempio, osservare nelle Lepisme, pare servano principalmente a proteggere le faccie laterali del largo torace. Ora basta ammettere che queste sporgenze si siano separate per mezzo di una articolazione dalle lamine dorsali e che corrispondentemente sia avvenuta una leggera modificazione dei muscoli dorsoventrali per avere le ali. In molte forme di Insetti le ali, per via di metamorfosi regressiva, si presentano rudimentali.

Ripigliamo ora lo studio della strutiura intima dell' integumento degli Artropodi.

La cuticola che è la parte più importante del dermascheletro sopra descritto è costituita da lamelle sovrapposte, le quali vanno progressivamente acquistando durezza dall' interno verso l'esterno della cuticola stessa. Per lo più la cuticola è attraversata da canaletti, detti

pori canali, nei quali penetrano varie sorta di prolungamenti ed anche tubi escretori di ghiandole. Sullo strato esterno della cuticola si osservano spesso strutture variabilissime, come areolature, striature, tubercoli, peli, setole, spine, espansioni laminiformi, squamette, le quali talvolta hanno colorazioni brillanti, dovute spesso a fenomeni di interferenza luminosa. Tutte queste parti forniscono molti caratteri per la distinzione delle specie. Talvolta queste appendici esterne si modificano in rapporto con speciali funzioni, come, ad esempio, in organi di senso, di cui diremo a proposito di questi ultimi, o in organi di fissazione, come uncini, ventose, ecc.

Nei Crostacei e nei Miriapodi lo strato cuticolare diventa di consistenza lapidea pel fatto del depositarsi in esso di sali calcari.

Negli Artropodi è frequente il fenomeno della muta, il quale consiste nel distaccarsi dello strato più esterno, e quindi più vecchio, che viene sostituito da strati più molli, i quali concedono al corpo dell'animale di crescere.

Numerose assai sono le ghiandole unicellulari o pluricellulari che derivano da modificazione di una parte delle cellule epidermiche. Queste ghiandole sono velenifere, come in varî fra i Miriapodi e Aracnidi e in varî Imenotteri, oppure costituiscono la porzione secernente dell' apparato filatore, come, ad esempio, negli Aracnidi, nelle larve di molti Lepidotteri, di alcuni Imenotteri ecc., oppure costituiscono organi destinati a produrre sostanze acri, o odorose, o la cera. Secondo le recenti ricerche del Verson, nella pelle delle larve del filugello vi sarebbero ghiandole speciali funzionanti come apparato escretorio propriamente detto, analogamente ai vasi Malpighiani, dei quali diremo più sotto a proposito dell' apparato escretore.

Nel tipo dei Molluschi il corpo è più o meno avvolto da due duplicature della pelle, le quali partendo dalla regione dorsale si estendono più o meno sui lati. A questa speciale formazione si dà il nome di *mantello*.

Nella maggior parte dei casi il *mantello* produce una conchiglia. L' integumento nei Molluschi ci presenta nei primi stadî larvali un rivestimento di ciglia vibratili che si conserva più tardi, ora su tutto il corpo, ora limitatamente a certe regioni di esso.

L'integumento dei Molluschi, considerato complessivamente, consta: di uno strato cuticolare esterno, di uno strato *epidermico* e, al di sotto di questo, di uno strato connettivo variamente sviluppato che è in rapporto collo strato muscolare. Come già sopra è stato detto, la conchiglia, gli aculei, le piastre scheletriche sono formazioni cutanee le quali variano molto da gruppo a gruppo, costituendo una serie di organi omologhi. Si può ritenere quindi che gli aculei isolati dei Solanogastri, le placche solide dei Chitonidi (fra gli Anfineuri) rappresentano la condizione più semplice e primitiva delle formazioni scheletriche cutanee dei Molluschi, mentre la conchiglia univalve ne rappresenta la differenziazione più elevata.

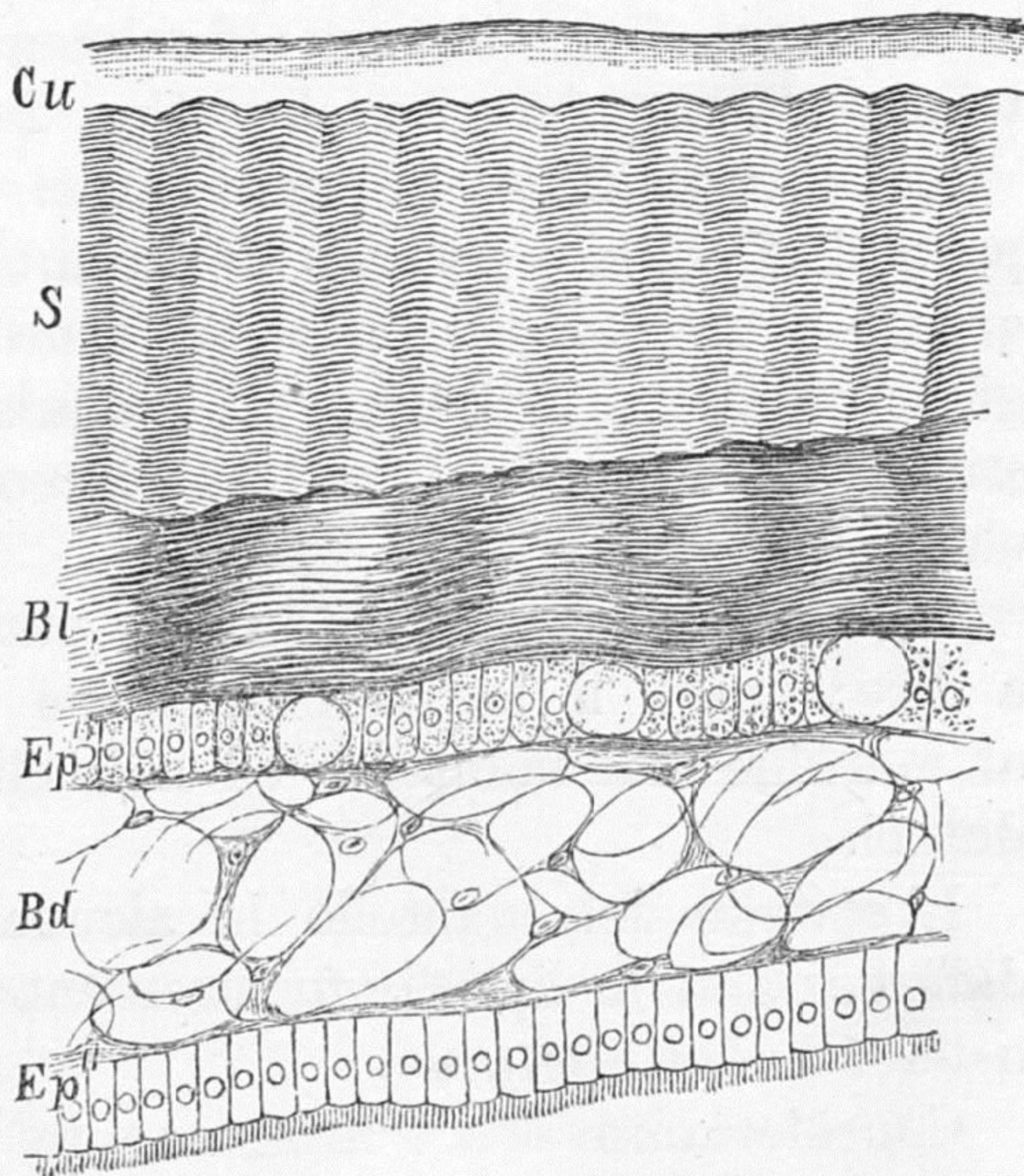



Fig. 23. — Sezione perpendicolare attraverso alla conchiglia od al mantello dell'*Anodonta*. *Cu* cuticola, *S* strato dei prismi, *Bl* strato delle lamelle, *Ep'* epitelio esterno del mantello, *Bd* strato connettivo, *Ep''* epitelio interno del mantello.

Descriveremo qui, come esempio, la conchiglia dei Lamellibranchi. In questi Molluschi la conchiglia è costituita dalle parti seguenti: uno strato cut colare esterno di consistenza cornea e di colore vario, ora liscio

e sottile, ora più o meno spesso e munito di appendici a mo' di peli o setole, dette *periostacum* od, impropriamente da vari Autori, epidermide: da uno strato pigmentato di sviluppo variabile: da uno o più strati di prisma calcarizzati: da uno strato lamellare pure calcarizzato che ha aspetto madreperlaceo per le fini striature che ne solcano la superficie, le quali dànno luogo a fenomeni di iridiscenza: finalmente dallo strato epiteliale esterno del mantello (Fig. 24).

La conchiglia si inspessisce pel formarsi di nuove parti dall' epitelio esterno del mantello. Osserveremo a questo proposito che le *perle* sono produzioni patologiche calcarizzate del mantello, analoghe, nella loro costituzione, allo strato madreperlaceo interno della conchiglia.

La conchiglia aderisce in varî punti al mantello, vale a dire: lungo il legamento, lungo una linea parallela al margine del mantello ed a livello dei muscoli addutori.

L' epitelio del mantello in alcune parti può talvolta differenziarsi in epitelio fosforescente, come, ad esempio, nella *Pholas dactylus*.

Consideriamo ora l' integumento nelle forme in cui non vi è conchiglia e nelle regioni del corpo non coperte da questa nella specie in cui essa si trova. Accenneremo qui particolarmente ai Gasteropodi ed ai Cefalopodi.

Nei Gasteropodi l' epidermide è costituita da epitelio ora cilindrico, ora appiattito, ora vibratile. Lo strato dermico sottostante ha spessore variabile, e contiene fibrille e cellule connettive e fibre muscolari intrecciate; talvolta ha delle concrezioni calcaree e speciali cellule pigmentali stellate.

Nei Cefalopodi l' integumento ha struttura più complessa; esso consta: di uno strato epidermico di cellule cilindriche rivestite esternamente di un inspessimento cuticolare; dello strato dermico di spessore variabile, il quale, oltre alle cellule, alle fibre connettive e alle fibre

muscolari, contiene pure i cosidetti *Cromatofori* e i cosidetti *Iridocisti*.

I mutamenti intensi e rapidi di colorazione che presentano i Cefalopodi sono prodotti dai Cromatofori.

I Cromatofori furono oggetto di molti studî e furono variamente interpretati. Essi constano essenzialmente di una cellula contenente numerosi granuli colorati, che è in rapporto, a quanto pare, con fibre muscolari speciali, le quali darebbero luogo a movimenti molto rapidi, in guisa che il Cromatoforo può variare notevolmente di forma, ora estendendosi, ora restringendosi. Varî punti rimangono da chiarire intorno a tali formazioni. Gli Iridocisti sono cellule connettive modificate, le quali, avendo la loro superficie finamente striata, dànno luogo a fenomeni di iridescenza e concorrono coi Cromatofori a produrre le colorazioni talvolta splendide di certi Cefalopodi.

Nell'integumento dei Molluschi sono numerose le ghiandole ora unicellulari, ora pluricellulari. Una categoria molto importante di ghiandole tegumentali è quella delle cosidette ghiandole del *bisso* dei molluschi lamellibranchi. Questi organi risiedono principalmente in quella parte dell' animale che viene detta *piede*. I loro orifizî escretori vennero da varî autori considerati come aperture esterne di uno speciale apparato acquifero del piede stesso, apparato che in realtà non esiste. In molti generi l' apparato bissogeno sta in un solco del piede. Nel genere *Pinna* i filamenti di cui è costituito il bisso sono sottili e tessili.

Nel sottotipo dei Tunicati l'integumento si presenta nella sua forma più semplice nella classe dei Copelati, poichè esso è formato di un semplice strato di cellule più o meno appiattito. In un differenziamento ulteriore lo strato cellulare segrega una sorta di tunica esterna, generalmente jalina e trasparente e di consistenza variabile, che è fatta principalmente da una sostanza detta *tunicina* affine alla cellulosa vegetale. A questa formazione si dà il nome di *mantello*, che è da consi-

derarsi come una formazione analoga alle formazioni cuticolari. La consistenza e l'aspetto esterno del mantello variano nei diversi gruppi Nelle Salpe (classe degli *Acopelati*) è trasparente: in altri Tunicati ha consistenza cartilaginea. Nei Tunicati, in cui il mantello è molto sviluppato, lo strato tegumentale è poverissimo di ghiandole o di altre differenziazioni tegumentali. In qualche caso si hanno corpuscoli urticanti simili a quelli dei Celenterati. In qualche caso pure (*Pirosomi* nella classe degli *Acopelati*) si osservano cumuli speciali di cellule fosforescenti, le quali hanno pure origine dalle cellule epidermiche.

Fig 24. — Epitelio stratificato dell'epidermide di un vertebrato superiore. Schema. *Sc* Strato corneo, *Sm* strato malpighiano, *Cp* papilla vasale della cute.

Al disotto dell'epidermide vi è uno strato più o meno sviluppato di tessuto connettivo fibrillare con numerose lacune e con elmenti cellulari di forma varia. Questo strato costituisce il derma. A questo strato e all'epidermide si dà anche il nome di *mantello interno*.

L'integumento dei Vertebrati nei primordi del suo sviluppo consta di uno o più strati di cellule, i quali costituiscono l'epidermide, e di uno strato connettivo, il derma. L'integumento varia nelle diverse classi dei Vertebrati; è d'uopo quindi che lo esaminiamo partitamente in ciascuna di esse (Fig.. 24).

Nei pesci l'epidermide consta di varî strati di cellule poco fortemente unite fra loro, tanto che talvolta l'epidermide è di consistenza gelatinosa e rassomiglia

quasi ad un secreto ghiandolare mucoso. Il derma è di spessore variabile e contiene spesso cellule pigmentali, le quali, mutando di forma sotto l'azione del sistema nervoso, producono mutamenti di colore nella pelle.

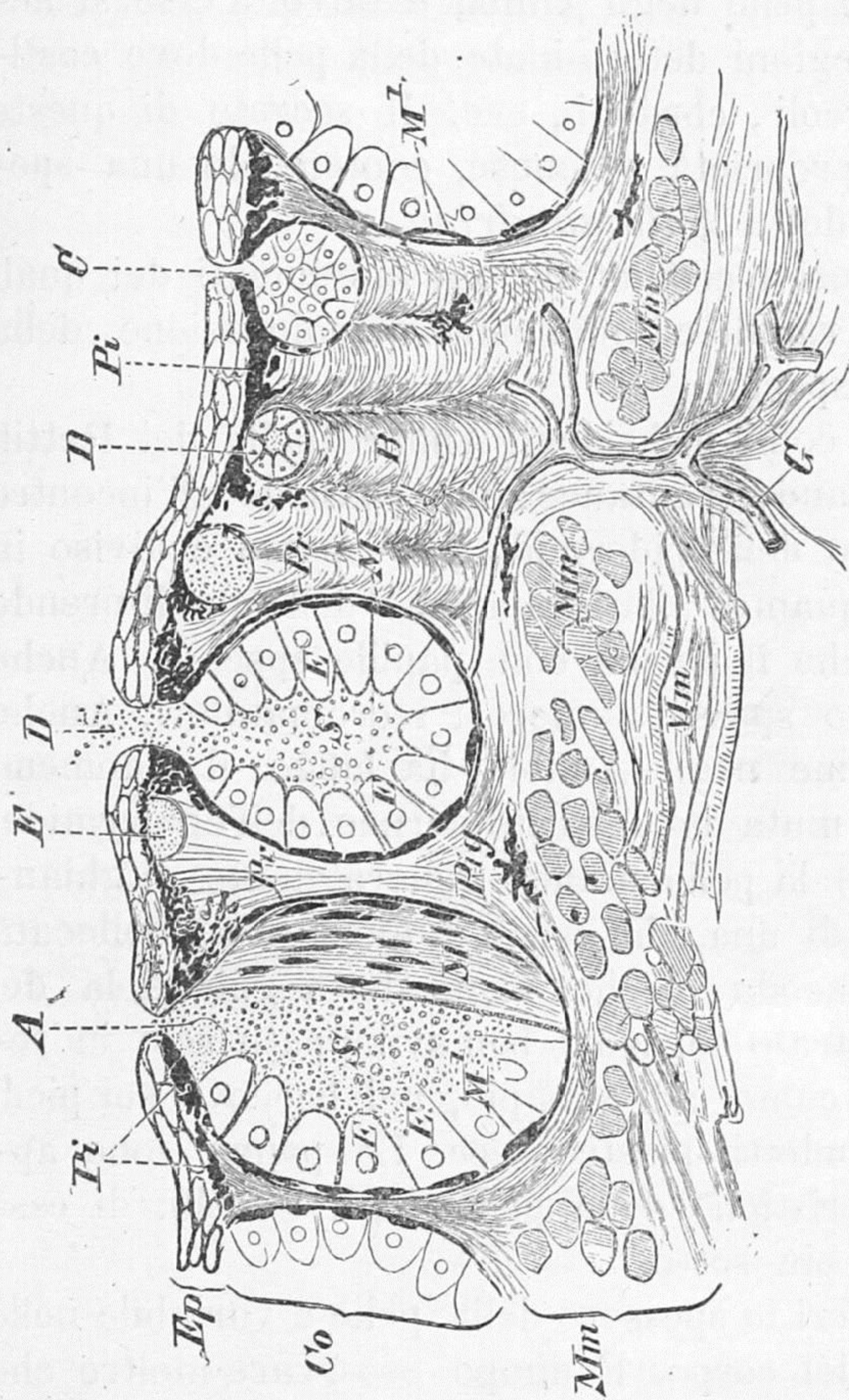



Fig. 25. — Sezione della pelle della salamandra maculosa. *Ep* epidermide, *Co* corio, nel cui stroma connettivo (*B*), ricco di pigmento (*Pi*), sono collocate varie grandi glandule cutaneo (*A*, *C*, *D*, *D*, *E*), *M'* Strato muscolare delle glandule, allato alla tunica propria (*Pr*), *M* lo stesso di faccia, *E* epitelio glandulare, *S* secrezioni glandulari, *Mm* strato muscolare sotto-cutaneo, attraversato, verso il derma, da vasi.

Sono ghiandole cutanee le così dette cellule caliciformi, le ghiandole velenifere di certi pesci, come, ad esempio, dei *Trachinus*, ed anche secondo varî autori i così detti occhi accessorî degli Scopelini.

Nella pélle dei pesci si trovano fibre muscolari e formazioni scheletriche derivate dal derma.

La pelle degli Anfibi (Fig. 25) è affine a quella dei

pesci: ma presenta di più la cornificazione di una parte delle cellule epidermiche, di guisa che nell'epidermide si distinguono due strati: lo *strato corneo* esterno e lo *strato malpighiano* interno. Numerosissime sono le ghiandole della pelle degli Anfibî, e talvolta esse si accumulano in regioni determinate della pelle dove costituiscono tubercoli, cordoni, ecc. Il secreto di queste ghiandole ha proprietà velenose, contenendo una speciale sostanza detta *Salamandrina.*

Sono numerosi i cromatofori, ai movimenti dei quali sono dovuti i rapidi cambiamenti di colorazione della pelle di varie specie.

A paragone colla pelle degli Anfibi quella dei Rettili è povera di ghiandole cutanee: ma possiede all'incontro lo strato corneo dell'epidermide più spesso e diviso in scudetti e in squame, alla formazione delle quali prende parte però anche il derma con papille speciali. Anche nei Rettili sono spesso numerosi i cromatofori. Anche nei Rettili, come negli Anfibi, ha luogo il fenomeno periodico della muta dello strato corneo dell'epidermide.

Negli Uccelli la pelle manca generalmente di ghiandole all'infuori di una, che esiste in quasi tutti, collocata vicino al portacoda, e che viene detta ghiandola del groppone. Lo strato corneo è ben sviluppato solo in regioni limitate, come, ad esempio, nel becco e sui piedi dove forma scudetti, piastre, ecc. Le penne sono appendici caratteristiche della pelle degli Uccelli; di esse diremo un po' più sotto.

Nei Mammiferi lo spessore della pelle è variabile nelle diverse parti del corpo. È duopo osservare inoltre che il derma viene diviso in due parti: strato *superiore* o *papillare* e strato *inferiore* o *reticolare*. Nel derma, oltre a pigmento, trovansi fibre muscolari in rapporto coi bulbi dei peli, e talvolta si ha un vero sistema muscolare speciale molto sviluppato, come, ad esempio, nell'istrice e nel riccio.

Le ghiandole sono generalmente numerose e si possono dividere in *tubulose*, cioè in forma di tubo, sem-

plici, circonvolute all'estremità, come, ad esempio, le ghiandole sudorifere, ed in *aciniformi*, come, ad esempio, le ghiandole *sebacee*. Le ghiandole sono spesso in stretto rapporto coi peli (Fig. 26).

Numerose e svariate sono le ghiandole di origine cutanea nei Mammiferi; derivano, ad esempio, dalle ghiandole sebacee le così dette ghiandole del cerume dell'orecchio dell'uomo e numerose ghiandole con secreto fortemente odoroso di parecchi Carnivori e Rosicanti. Nei Mammiferi la modificazione più importante delle ghiandole cutanee è quella delle ghiandole mammarie, delle quali è vario il numero e la posizione nei diversi gruppi. Queste ghiandole segregano il latte, il quale consta di una parte liquida o plasma e di elementi morfologici detti globuli del latte.

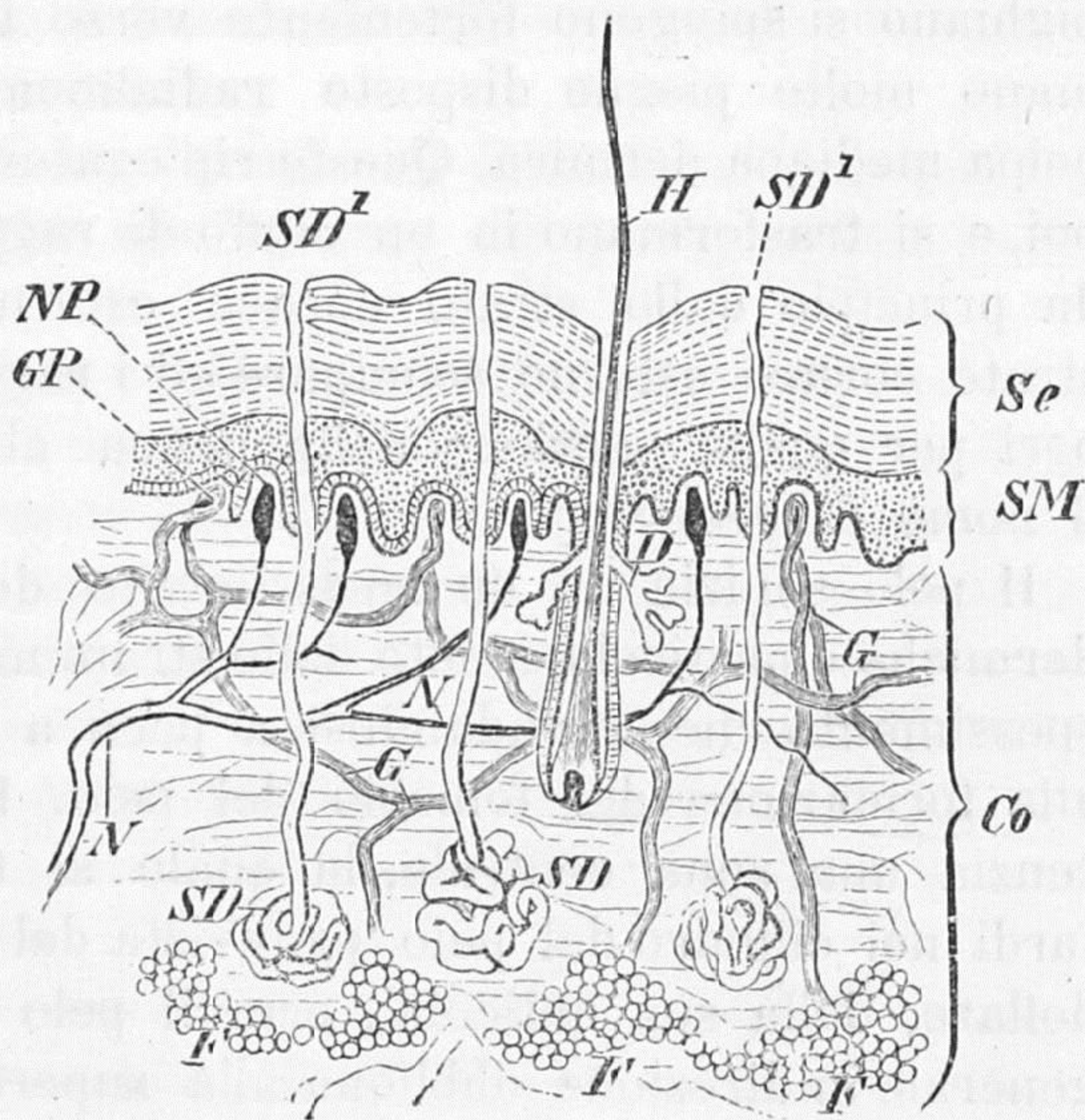



Fig. 26. — Sezione della pelle dell'uomo, *Sc* Strato corneo, *SM* strato malpighiano, *Co* corio, *F*, *F* adipe sotto-cutaneo, *NP* papille nervose, *GP* papille vasali, *N* e *G* nervi e vasi scorrenti nel corio, *SD* glandule sudorifere con i loro dotti escretori, *SD*[1] *H* pelo colle glandule follicolari *D*.

L'integumento delle varie classi di Vertebrati presenta diverse categorie di formazioni solide che si possono raggruppare nel modo seguente: 1.° formazioni scheletriche provenienti da ossificazioni del derma, le quali costituiscono lo scheletro cutaneo propriamente detto; 2.° piastre, scaglie, corna, unghie, ecc.; 3.° penne; 4.° peli.

Diremo qui un po' più minutamente delle penne e dei peli.

Le penne pigliano origine da un ispessimento dell'epidermide corrispondente ad una papilla dermica. L'ispessimento e la papilla si affondano in seguito nella pelle e costituiscono il *follicolo* della penna.

Nel progressivo sviluppo le cellule dello strato malpighiano si spingono fortemente verso il centro e formano molte pieghe disposte radialmente intorno alla polpa mediana dermica. Queste ripiegature si cornificano, poi, e si trasformano in un ciuffo di raggi duri, avvolti da principio dallo strato corneo esterno; più tardi lo strato corneo esterno scompare ed i raggi diventano liberi per quella porzione della penna alla quale diamo il nome di *vessillo*.

Il pelo s'inizia da un ispessimento delle cellule epidermiche e particolarmente dello strato malpighiano; l'inspessimento che affondandosi a poco a poco dà luogo alla formazione del follicolo del pelo. Poscia si differenzia una zona centrale, la quale si trasformerà più tardi nel cilindro del pelo, provvista del suo strato midollare, della sua cuticola, ecc. Il pelo spunta fuori in generale in direzione obbliqua alla superficie della pelle. La presenza di pigmento di varia natura, la struttura della superficie del pelo, la presenza dell'aria nell'interno, ecc., sono tutte cause della grande variabilità d'aspetto che assume il rivestimento peloso dei Mammiferi. Le unghie, le setole, gli aculei sono formazioni analoghe ai peli. I peli e le penne dànno luogo al fenomeno della muta, il quale è da paragonarsi a quello che si osserva nei Rettili e negli Anfibî.

L'integumento dei Vertebrati, come già sopra è stato detto, presenta spesso formazioni scheletriche speciali, le quali possono svilupparsi tanto da costituire un vero scheletro cutaneo. Si ritiene che i dentelli cutanei e le squamette diffuse nell'integumento dei Selaci fra i pesci Elasmobranchi rappresentino una delle condizioni di maggior semplicità delle formazioni scheletriche cuta-

nee. Queste squame constano: 1.° di uno strato esterno di smalto, 2.° di uno strato sottostante di *dentina*, 3.° di una polpa vascolarizzata mediana. Vedremo più tardi che una struttura analoga si incontra pure nei denti.

Nei pesci Ganoidi le piccole squame ora menzionate si trasformano in piastre ossee più estese, le quali talvolta si uniscono le une colle altre in modo da costituire una vera corazza.

Negli Anfibî si ha esempio di formazioni scheletriche cutanee, omologhe alle squame dei pesci, nelle Cecilie fra gli Apodi.

Nei rettili le ossa cutanee, in vari casi, come, ad esempio, nei Coccodrilli e nei Scincoidi, costituiscono una sorta di scheletro dermico distribuito su tutto l'integumento. Nei Chelonii lo scheletro dermico si unisce con varie parti dello scheletro interno e si divide in uno scudo dorsale e in uno scudo ventrale. La serie mediana delle piastre dorsali è in connessione colle apofisi spinose delle vertebre; le serie di piastre laterali e marginali si uniscono alle costole.

Anche lo scheletro esterno di alcuni mammiferi, come ad esempio l'Armadillo, è da ritenersi di formazione cutanea.

II.

Scheletro.

Nei Protozoi sono numerose le formazioni solide che o ricoprono il corpo dell'animale a guisa di guscio o stanno entro il protoplasma e in varie guise lo attraversano. Queste formazioni provengono dal differeziarsi del protoplasma e dal depositarsi nelle parti differenziate di sostanze minerali, come carbonato di calce, silice, o di una sostanza forse analoga alla chitina. Si è nella classe

dei Rizopodi, e sopratutto nell'ordine dei Radiolari, dove si osserva un grande sviluppo delle formazioni scheletriche che hanno forma e consistenza variabilissima e possono essere calcaree o silicee. La figura qui unita da una idea della disposizione frequente delle parti scheletriche in questi animali. Chi desidera maggiori ragguagli in proposito consulti le due opere seguenti di E. Haeckel: « Report on the Radiolaria » del viaggio del Challenger, 1887, con 140 tavole, e la monografia dei Radiolari, con 64 tavole (Berlino, 1887), nelle quali con mano maestra sono disegnate quasi tutte le forme di Radiolari (Fig. 27).

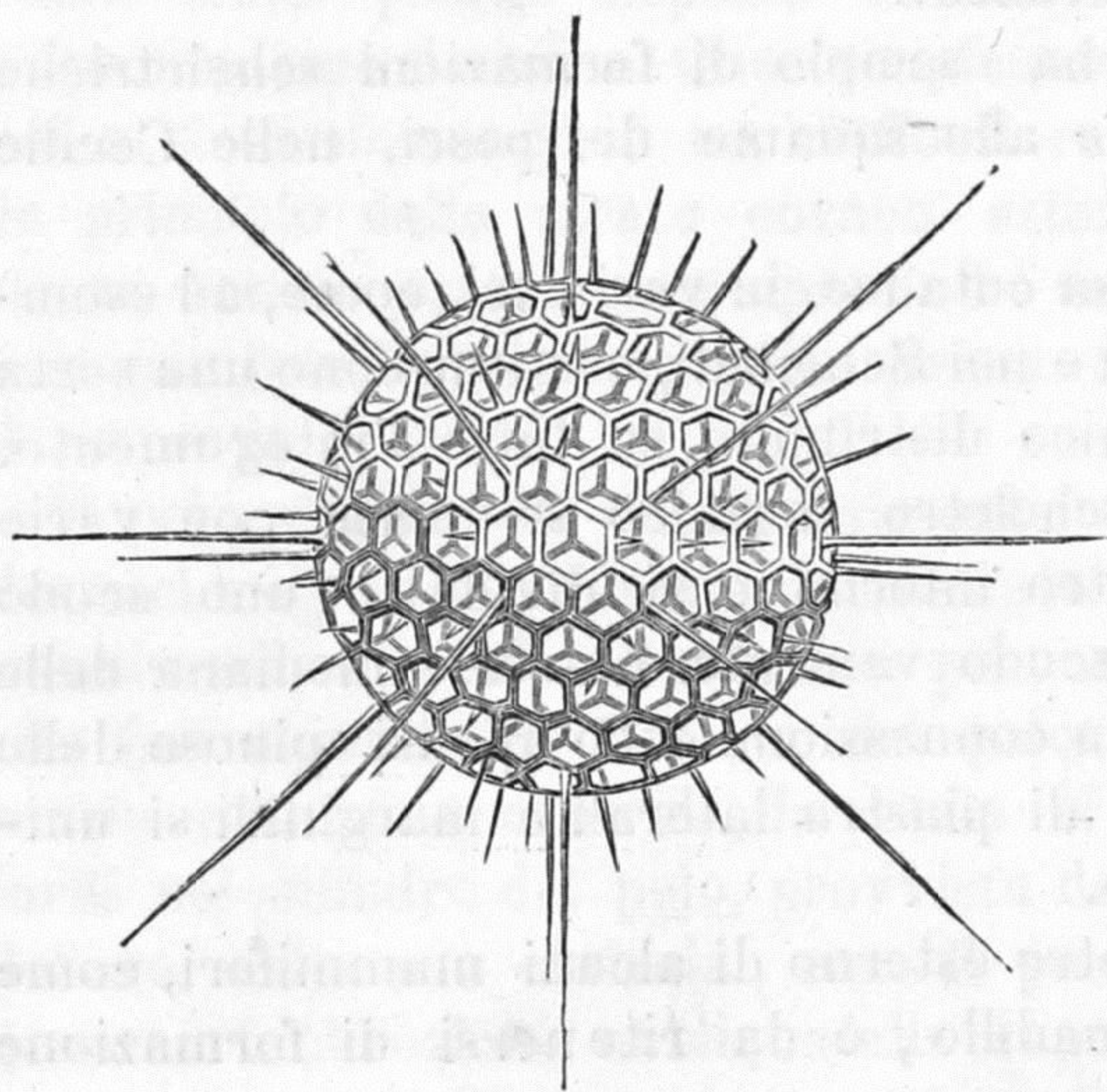



Fig. 27. — Scheletro di *Heliosphaera echinoides* (da E Haeckel).

Nei Poriferi le formazioni scheletriche possono essere costituite o da fibre di consistenza cornea o da spicule calcaree o silicee di forma variabilissima, le quali ora sono isolate, ora si uniscono e si intrecciano fra loro più o meno intimamente per costituire impalcature scheletriche salde. È poi notevole il fatto che in certi casi l'animale supplisce alla mancanza di uno scheletro proprio, coll'inglobare nelle pareti del proprio corpo granuli di sostanza minerale, o scheletri di Radiolari, o pezzetti di dermoscheletro di Echinodermi, ed anche spicule silicee di altre spugne, ecc.

Nei Celenterati oltre a veri scheletri cutanei prodotti da secrezione delle cellule epidermiche, come, ad esempio, nelle Tubularie, ecc., si hanno formazioni scheletriche in-

terne che vengono prodotte dallo strato mesodermico del corpo (Fig. 28). Menzioneremo qui per la sua importanza l'asse scheletrico dei coralli, il quale può considerarsi costituito da spicule fortemente unite insieme da una sostanza organica indurita. Secondo le migliori ricerche, il corallo rosso del commercio ha la seguente composizione chimica, riferita a 100 parti: carbonato di calce 86,974, carbonato di magnesia 6,804, solfato di calce 1,271, sesquiossido di ferro 1,720, sostanza organica 1,350, acqua 0,550, fosfati, silice e perdite 1,331. La sostanza rossa che colora il corallo non è ben nota.

Fig. 28. — Sclerodermiti di *Alcionari* (da Kölliker). — *a.* di *Plexaurella*, *b* di *Gorgonia*, *c* di *Aliconium*.

Nelle Madrepore, della classe degli Antozoi, lo scheletro interno calcarizzato prende anche un grande sviluppo tanto che questi animali hanno avuto nei periodi geologici passati, ed hanno tuttora, una azione modificatrice grandissima delle coste e dei fondi marini.

In alcuni gruppi di Vermi, negli Echinodermi e negli Artropodi le formazioni scheletriche più importanti sono di origine cutanea e costituiscono dermascheletri più o meno completi e saldi; dei quali già si è detto parlando dell'integumento.

Nei Molluschi, oltre alle formazioni scheletriche cutanee già descritte precedentemente, si trovano in varî casi formazioni cartilaginee, speciali che sono da considerarsi come rappresentanti uno scheletro interno propriamente detto. Nei Gasteropodi lo scheletro interno è costituito da due o da quattro pezzi cartilaginei chiusi nella muscolatura della faringe, i quali servono di sostegno alla *radula* e dànno inserzione ai muscoli motori di quest'ultima. Nei Cefalopodi lo scheletro interno prende uno sviluppo maggiore, poichè si ha nel capo una sorta di capsula cartilagenea, la quale serve di sostegno e di protezione ai centri nervosi, agli organi dell'udito e della vista, e che inoltre dà inserzione a numerosi muscoli. Nei *Cefalopodi dibranchiati* si incontrano pure altre formazioni cartilaginee scheletriche, come, ad esempio, la cartilagine dorsale delle seppie, le cartilagini che stanno alla base dell'imbuto e quelle che sono alla base delle pinne.

Nel tipo dei Cordonî, lasciando in disparte le formazioni scheletriche cutanee, delle quali già venne detto, si trova un complesso di parti scheletriche che costituiscono un *endoscheletro* molto sviluppato e di importanza grandissima. È d'uopo che noi esaminiamo, per maggior chiarezza, partitamente l'endoscheletro dei tre sottotipi: *Tunicati, Leptocardi* e *Vertebrati.*

In una parte dei Tunicati, e precisamente nelle Appendicularie e nelle larve delle Ascidie e dei Ciclomiari, vi è una formazione scheletrica assile, alla quale si dà il nome di *corda dorsale* o di *notocorda* e che è omologa alla corda dorsale dei Leptocardi e dei vertebrati.

La corda dorsale dei Tunicati, è principalmente sviluppata nella appendice caudale, caratteristica dei gruppî di Tunicati sopradetti; in alcuni tuttavia essa si estende anche fino alla regione anteriore del corpo. La corda dorsale comincia coll'essere una serie assile di cellule differenziate, che poi segregano un cordone resistente di sostanza omogenea ed elastica, il quale viene ad essere circondato da un involucro formato dalle cel-

lule stesse modificate. Questo cordone serve colla sua elasticità a ricondurre alla sua posizione primitiva la coda quando questa viene spostata per l'azione dei muscoli.

In alcuni Tunicati, come, ad esempio, nelle Appendicolarie, la corda dorsale persiste per tutta la vita; in altri è organo larvale transitorio poichè, per le modificazioni che avvengono nella forma generale del corpo, passando l'animale allo stato adulto, la coda scompare e con essa anche la corda dorsale.

Fig 29 — *Sezione trasversale della colonna vertebrale dell' Ammocoetes.* C chorda, *Cs* Guaina della corda (strato scheletrogeno) *Ee* Strato elastico di tessuto, *SS* Tessuto fibrillare, *Ob* Archi superiori, *Ub* Archi inferiori, *F* Tessuto adiposo, *M* Midollo spinale, *P* Pia madre.

L'endoscheletro presenta un maggiore sviluppo ed una maggiore complicatezza nei Leptocardi, nei quali inoltre esso dà luogo, a differenza di molti Tunicati, a formazioni permanenti.

Nell'*Amphioxus*, unico genere fino ad ora conosciuto del sotto-tipo dei Leptocardi, l'endoscheletro può essere diviso in due gruppi di parti: 1.° lo scheletro assiale o corda dorsale o notocorda colle sue diramazioni; 2.° le formazioni scheletriche speciali in rapporto con organi determinati.

La corda dorsale è un prolungamento cilindrico colle due estremità appuntite; questo è collocato verso il dorso e si estende dall'una all'altra estremità del corpo La corda dorsale è in rapporto, superiormente col sistema nervoso dorsale, inferiormente, col sistema intestino-respiratorio, e, ai lati, con masse muscolari. Nella corda dorsale si distinguono due parti principali: il contenuto molle o corda dorsale propriamente detta, e lo strato

avvolgente, detto anche strato scheletrogeno, il quale circonda la prima parte, e che a sua volta può dividersi in più strati sovraposti. Lo strato scheletrogeno dà luogo alla formazione di un sistema di apofisi (Fig. 29, 30, 31), le une dirette verticalmente e divisibili in dorsali e ventrali, le altre dirette trasversalmente.

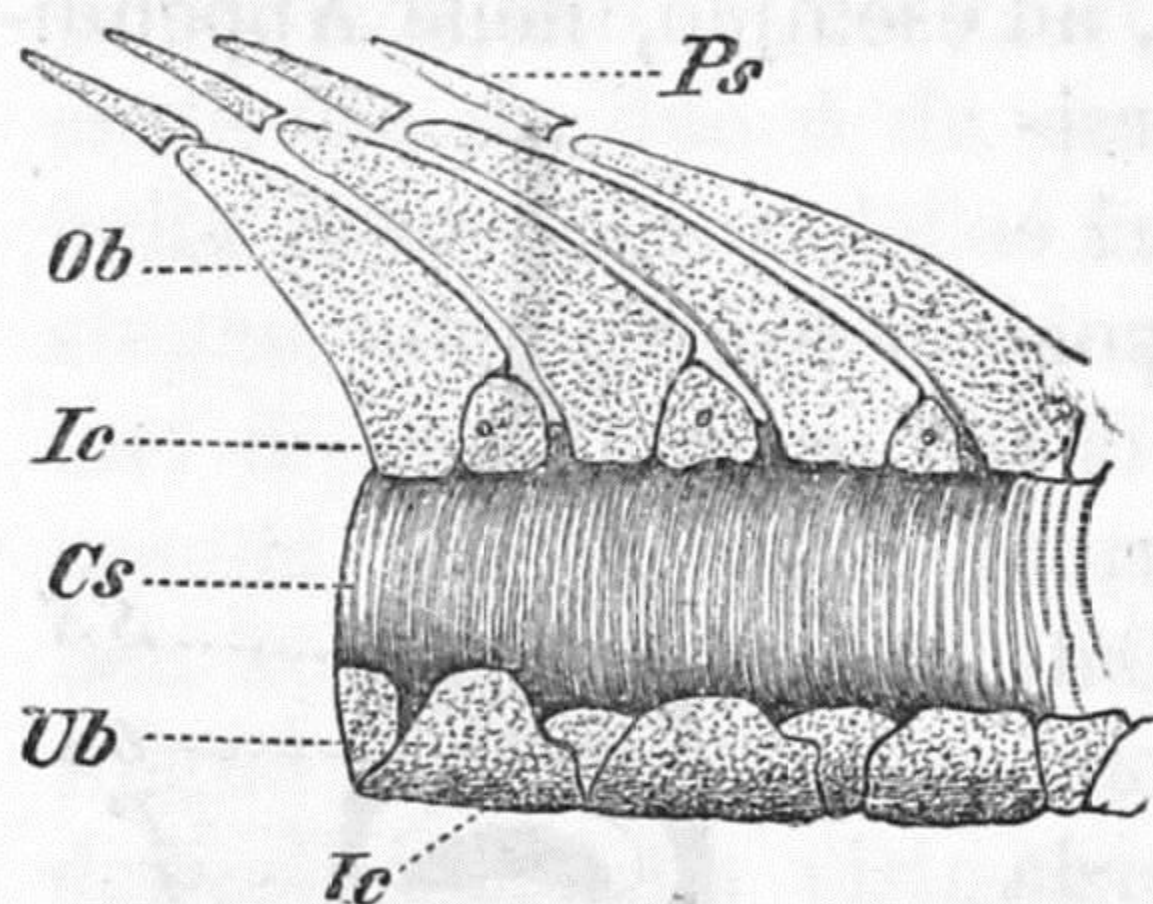



Fig. 30 — *Colonna vertebrale della Spatularia* vista da lato.

Le prime sono sviluppate per tutta la lunghezza del corpo: le seconde soltanto nella parte posteriore.

Lo strato scheletrogeno manda nella sua parte dorsale due ripiegature, che, riunendosi in alto, costituiscono un canale detto *canale neurale*, il quale racchiude il *midollo spinale*.

Nel punto di riunione delle due lamine dello strato scheletrogeno si forma un inspessimento. Da questo si diparte una lamina mediana che va all'integumento nella parte dorsale e vi dà origine ai raggi delle natatoie.

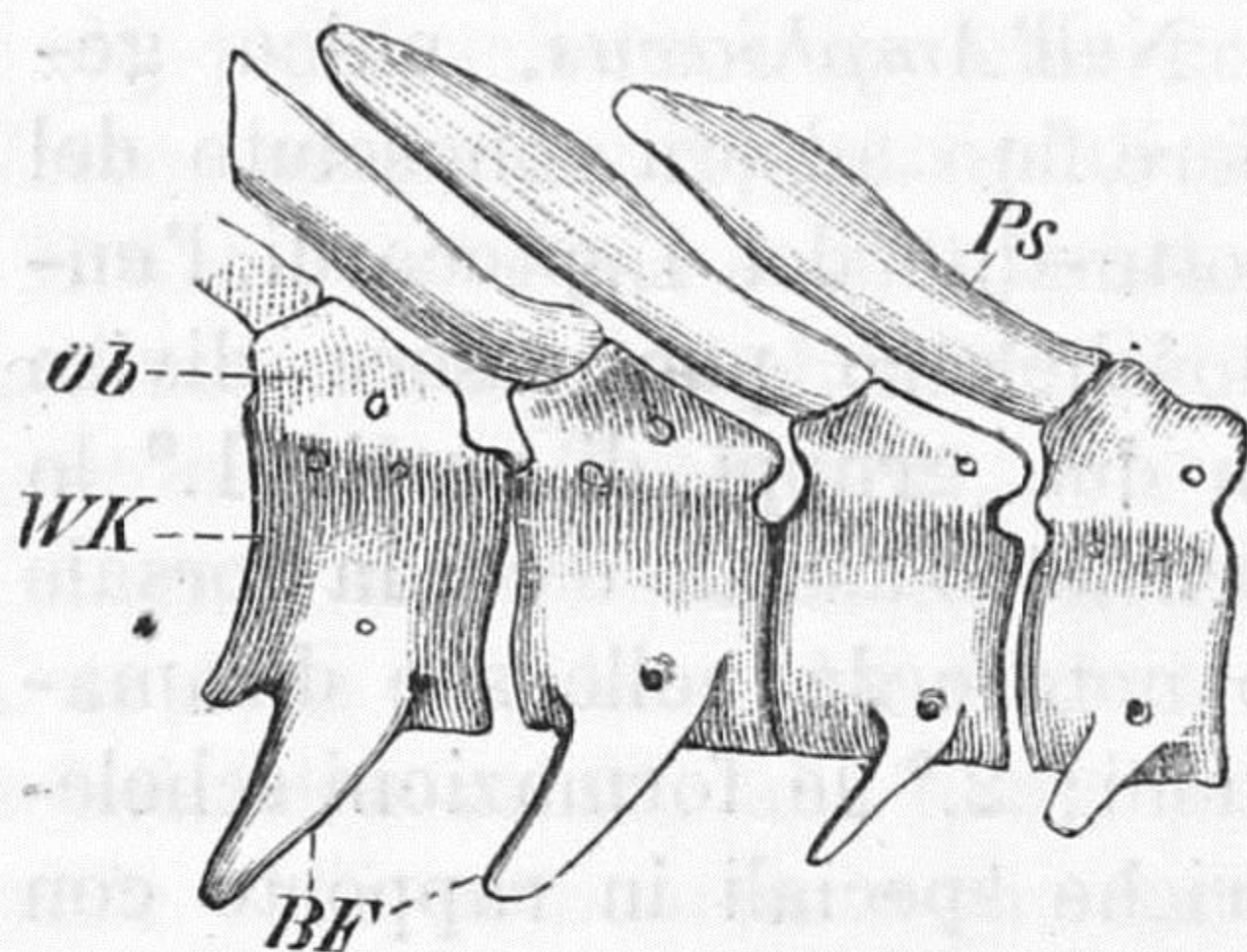



Fig. 31. — *Pezzo della colonna vertebrale del Polypterus. WK* corpo di vertebra, *BF* processi o monconi basali, *Ob* archi superiori, *Ps* processi spinosi.

Nella parte posteriore del corpo si sviluppa dallo strato scheletrogeno un apparato di sostegno, analogo a quello sopra descritto pel condotto spinale, che si foggia a canale, detto *canale emale*, e che avvolge l'aorta. Anche qui una lamina verticale, che sorge dall'incontro delle due lamine dello stato scheletrogeno, va all'integumento ventrale e alle natatoie. Dal sistema di

parti verticalmente disposte, differenziantisi dallo strato scheletrogeno della corda dorsale, si dipartono lamine fibrose laterali, le quali formano tramezzi intermuscolari, detti anche *miocommi*.

Nell'Amphioxus si trovano inoltre varie formazioni cartilaginee scheletriche che rinforzano la cavità boccale e sopratutto la cavità branchiale. L'impalcatura delle pareti di quest'ultima è fatta da bastoncini cartilaginei diretti dall'alto in basso e riuniti fra loro da prolungamenti trasversali. Essi costituiscono come una sorta di traliccio con numerose fessure, per le quali l'acqua penetrata dalla bocca esce e va a riempire la cavità peribranchiale, dalla quale poi per mezzo del poro addominale viene emessa all'esterno.

Il neuroscheletro, come venne sopra descritto nell'Amphioxus, si trova pure nei Ciclostomi e in tutti i Vertebrati, ma come stadio transitorio di sviluppo, poichè in questi ultimi avvengono, in un grado maggiore o minore, differenziamenti i quali conducono alla formazione di una colonna vertebrale, dapprima cartilaginea, poi ossea.

La colonna vertebrale si presenta nella sua condizione più semplice negli *Ammocoetes* fra i Ciclostomi, poichè lo strato scheletrogeno si differenzia in uno strato resistente di natura cartilaginea, ma non presenta ancora divisione in vertebre. Nei *Petromyzon*, pure fra i Ciclostomi, appare un principio di divisione vertebrale in alcuni pezzi cartilaginei che si formano nella parte anteriore del canale dorsale ed anche, meno spiccatamente, ventralmente. Si iniziano così gli archi superiori ed inferiori delle vertebre.

Nei Selaci si hanno veri corpi vertebrali anulari, i quali possono rappresentare le vertebre, ovvero si formano corpi vertebrali biconcavi contenenti nelle cavità da essi delimitate le porzioni intervertebrali della corda dorsale.

La colonna vertebrale dei pesci consta di un numero variabile di pezzi o di vertebre. Nei Selaci e nei Ga-

noidi il numero delle vertebre può salire fino a 400. Nei Teleostei il numero predominante sta per lo più al disotto di 70: ma nell'Anguilla ve ne hanno circa 200.

Nei Pesci la colonna vertebrale è divisibile nelle due sole regioni del tronco e della coda, caratterizzate dal diverso modo di comportarsi dei processi inferiori delle vertebre. Nella regione del tronco gli archi inferiori presentano processi tresversali ai quali si attaccano le costole. Nella regione caudale gli archi inferiori rimangono continui coi corpi vertebrali, ed anche in vari casi danno luogo a processi spinosi simili a quelli degli archi superiori. Nei Teleostei vi è una convergenza graduale dei processi transversi che portano le costole, tanto che essi, nella regione caudale, formano archi inferiori. Altre parti scheletriche in continuazione dei processi spinosi superiori ed inferiori vanno in talune specie attraverso alle masse muscolari a rinforzare lo scheletro cutaneo delle pinne.

L'estremità caudale della colonna vertebrale ora termina semplicemente assotigliandosi, nel qual caso si ha la cosidetta coda omocerca, ora invece, sviluppandosi maggiormente la pinna caudale, hanno luogo speciali modificazioni degli archi inferiori delle ultime vertebre caudali: vale a dire, mentre si sviluppano in più larga misura i processi spinosi inferiori, si riducono invece i superiori. Per questo fatto l'estremità della colonna vertebrale si incurva verso l'alto e si ha la coda detta *eterocerca*. Si noti tuttavia che l'eterocercia della coda può essere talvolta mascherata esternamente dallo sviluppo simmetrico dei due lobi della pinna caudale.

Nella classe degli Anfibî la colonna vertebrale, fatta eccezione per gli Apodi, si può dividere nelle regioni: cervicale, toracica, lombare, sacrale e caudale. Il numero delle vertebre è negli Anfibî apodi di circa 230, negli Urodeli può essere di 100 circa in alcune forme o di numero inferiore a 55 in altre. Negli Anfibî anuri poi il numero diminuisce fino ad otto o a 9, vale a dire 8 presacrali, ed una sacrale più o meno distinta del coccige (Fig. 32).

Negli Anfibî la prima vertebra, pei suoi speciali rapporti col cranio, è diversa dalle altre. Essa è un semplice anello con un corpo vertebrale assai piccolo; è priva per lo più di processi transversi e manca di costole. Questa prima vertebra si fonde colla parte occipitale del cranio, di guisa che la così detta vertebra *atlante* degli Anfibî corrisponde alla seconda vertebra od *epistrofeo* dei vertebrati superiori.

Fig 32. — *Colonna vertebrale del Discoglossus pictus.* *Pa* processi articolari, *Ps* processi spinosi, *Pt* processi trasversi delle regione dorsale, *Pte* processi trasversi della regione caudale, *Oc* osso coccigeo, *SW* Vertebre sacrali, *Ob* archi superiori della prima vertebra, *Sg* superfici articolari laterali, *Po* processo anteriore, *R* coste.

I processi spinosi ed i processi transversi cominciano a svilupparsi a partire dalla seconda vertebra, e variano molto nei diversi gruppi di Anfibî. Menzionerò qui il notevole sviluppo dei processi transversi dell'ultima o delle ultime vertebre. Nelle vertebre degli Anfibî è d'uopo ricordare ancora i processi articolari od obliqui anteriori e posteriori che si uniscono fra loro da vertebra a vertebra.

La colonna vertebrale dei Rettili è divisibile in tre regioni distinte, come quella degli Anfibî, fatta eccezione per le Anfisbene e pei Serpenti, nei quali essa si divide in due sole regioni, il tronco e la coda. Nei Chelonii frequentemente un certo numero di vertebre si salda collo scheletro cutaneo, del quale già si è parlato; la stessa cosa si deve dire dei processi transversi.

Nella maggior parte dei Rettili la regione cervicale consta di varie vertebre, e fra la vertebra atlante e l'occipite esiste il così detto proatlante. In generale i processi transversi sono ben sviluppati, e nella regione sacrale due o più vertebre si uniscono tra loro per mezzo dei loro processi transversi. Il numero delle vertebre può essere molto grande; nel genere Pithon, ad esempio, ve ne sono oltre a 420. Nella comune biscia dal collare 222. Nei coccodrilli attualmente viventi 24 soltanto.

Molto affine a quella dei Rettili è la colonna vertebrale degli Uccelli, la quale presenta le sue vertebre divisibili in cervicali, dorsali, lombari, sacrali e coccigee. Queste vertebre non sono mai, almeno nelle specie attualmente viventi, biconcave. Le vertebre della regione cervicale sono unite fra loro in modo da concedere una grande mobilità al collo; il loro numero è variabile: così ad esempio nello Sparviero ve ne hanno 13, nel Merlo comune 13, nel Cuculo 12, nel Fagiano comune 14, nello Struzzo 18, nel Cigno 23, ecc. Le costole cervicali, inoltre, che nei Rettili sono mobili, negli Uccelli si saldano colle vertebre stesse e delimitano un foro. Le vertebre della regione dorsale presentano generalmente fra loro poca mobilità, ed anzi non di rado si saldano insieme in una formazione rigida. Il loro numero è poco variabile; ad esempio, se ne contano 8 nello Sparviere, 7 nel Merlo comune, 7 nel Cuculo, 7 nel Fagiano comune, 9 nello Struzzo, 11 nel Cigno. Nella regione sacrale si riconoscono primitivamente due vertebre sacrali come nei Rettili: a queste tuttavia per adattamenti secondari se ne aggiungono altre della regione lombare, ed anche dorsale, o caudale. La regione caudale conta da 6 a 10 vertebre nelle specie di Uccelli attualmente viventi: per lo più le vertebre coccigee si fondono in una piastra ossea detta *pigostilo*.

La varie regioni nelle quali si divide la colonna vertebrale dei Rettili e degli Uccelli sono più nettamente differenziate nella colonna vertebrale dei Mammiferi. È d'uopo inoltre osservare che nel maggior numero delle

vertebre gli archi dànno luogo alla formazione di processi spinosi, i quali in qualche caso, come, ad esempio, nelle vertebre dorsali anteriori nel cavallo, nel camello, e nei Ruminanti, hanno un grande sviluppo. Ciò è in rapporto col grande sviluppo del legamento nucale nelle forme sopradette con collo molto lungo o con capo molto pesante. Nei Cetacei i processi spinosi prendono invece un grande sviluppo nella regione lombare e nella regione caudale; la qualcosa è in rapporto colla vita acquatica e col modo speciale di locomozione di questi animali.

I processi articolari sono in generale bene sviluppati e così pure i processi transversi, i quali si originano dall'arco vertebrale o dal corpo della vertebra. Essi si trovano nella loro condizione più semplice nelle regioni cervicale e dorsale; nella prima si uniscono ai rudimenti di costole e circoscrivono un foro trasverso. Nella regione lombare è assai frequente il differenziarsi dei processi transversi in tre processi diversi, vale a dire: i processi mamillari diretti allo innanzi, i processi accessorî diretti all'indietro, ed i processi laterali diretti lateralmente ed anche diretti all' in giù. Nella regione caudale o coccigea, riducendosi progressivamente i corpi vertebrali, si riducono pure i processi finchè scompaiono al tutto e non rimane che il puro corpo vertebrale.

Il numero delle vertebre della regione cervicale è di sette. Nei *Bradipus* si hanno otto o nove vertebre cervicali, poichè una o due vertebre dorsali passano a far parte della regione cervicale. Nei *Cholaepus* e nel *Manatus australis* ve ne hanno soltanto sei, poichè la settima vertebra presenta costole completamente sviluppate.

In alcune specie di Mammiferi, come nelle Balene, nei *Dasypus* fra gli Sdentati, ecc., le vertebre cervicali possono anche saldarsi più o meno intimamente insieme.

Le vertebre della regione dorsale sono distinte dalle altre per essere in rapporto colle costole. Il loro numero è variabile; esso è, ad esempio, di 17 nell'Orni-

torinco, di 13 nella Balena dei Baschi, di 14 nella Giraffa, di 13 nella Talpa, nel Leone, nel Mandrillo, di 11 nella Nottola, di 12 nell'Ourang-outang, ecc.

Le vertebre della regione lombare mancano di coste mobili. Il loro numero è variabile: ve ne sono ad esempio 2 nell'Ornitorinco, 13 nella Balena dei Baschi, 3 nel Formichiere, 5 nella Foca, nella Giraffa, nella Nottola, 7 nel Leone, 4 nell' Ourang-outang, ecc.

La regione sacrale è costituita da una o più vertebre sacrali propriamente; a queste si aggiungono spesso parecchie vertebre caudali, le quali, fondendosi colle prime, formano l'osso sacro.

Le vertebre della regione caudale hanno uno sviluppo molto variabile nei diversi gruppi di Mammiferi e talvolta nelle specie dello stesso gruppo. Esse sono ora al tutto rudimentali, come nei Primati superiori, ora invece hanno un grande sviluppo, come nei Sirenidi, nei Cetacei, nei Canguri, ecc., nei quali si sviluppano archi inferiori vertebrali destinati a rinforzare la coda La regione caudale conta, ad esempio, 40 vertebre nel Formichiere, 26 nel Leone, 18 nell'Ornitorinco, 11 nella Talpa, 5 nell'Ourang-Outang e nel Mandrilllo.

Passiamo ora ad esaminare le coste e lo sterno, parti scheletriche che si sviluppano indipendentemente dallo strato scheletrogeno, e che con fenomeno secondario si uniscono alla colonna vertebrale.

Le costole si sviluppano nel tessuto connettivo dei tramezzi intermuscolari, e cominciano coll' essere membranose, poi diventano cartilaginee, poi ossee.

Si trovano nei varî Mammiferi esempi di costole che permanentemente si trovano nelle varie condizioni sopradette. Le costole hanno disposizione metamerica e si inseriscono: ora agli archi vertebrali inferiori, come, ad esempio, nei Pesci; ora agli archi superiori come, negli Anfibi, nei Rettili, negli Uccelli e nei Mammiferi. Le costole possono trovarsi in tutte le regioni della colonna vertebrale od essere limitate ad una parte sola di essa: esse inoltre sono disposte orizzontalmente, o

allungandosi molto si incurvano ai lati e vengono ad abbracciare a guisa di cerchi l' intiera cavità del corpo.

Nei Ciclostomi, nelle Chimere e in qualche Plagiostomo, fra i Pesci, non vi sono costole propriamente dette. Negli altri Pesci le costole presentano, complessivamente considerate, una disposizione probabilmente primitiva, poichè si trovano non di rado per l' intera lunghezza della colonna vertebrale ed inoltre non si uniscono fra loro lungo la linea mediana ventrale.

Negli Anfibî le costole non hanno in generale un grande sviluppo: ora esse sono limitate alla sola regione del tronco; ora, come ad esempio in alcuni Urodeli, si estendono anche fino alle prime vertebre caudali. Le costole non sono mai molto estese lateralmente e non di rado si fondono coi processi trasversi, come si osserva in molti Anuri.

Nei Rettili, contrariamente a quanto avviene negli Anfibî, le costole sono per lo più ben sviluppate e si uniscono inferiormente, in numero variabile, lungo la linea mediana ventrale a costituire uno sterno. Le costole che si uniscono allo sterno vengono dette comunemente *costole vere*, e vengono dette *costole false* le altre.

Negli Uccelli le costole hanno come carattere proprio l'essere divise in due parti, l'una detta vertebrale e l'altra sternale, le quali sono più o meno nettamente articolate fra loro. Esse presentano inoltre i così detti *processi uncinati* che servono a rinforzare l' impalcatura scheletrica della regione toracica (Fig. 33).

Nei Mammiferi le costole si dividono pure in vere e false; è variabile il loro numero.

Lo sterno manca nei Pesci. Negli Anfibî lo sterno è costituito da una piastra cartilaginea collocata nella linea mediana della regione toracica. A questa piastra vengono ad unirsi parti scheletriche che appartengono al cingolo anteriore, che descriveremo in seguito, come le piastre coracoidali ed epicoracoidali. Al disopra dello sterno, in varî generi di Anfibî, ad esempio nel genere

Rana, vi è un altro pezzo scheletrico, pure collocato lungo la linea mediana, che viene detto *omosterno*. Non

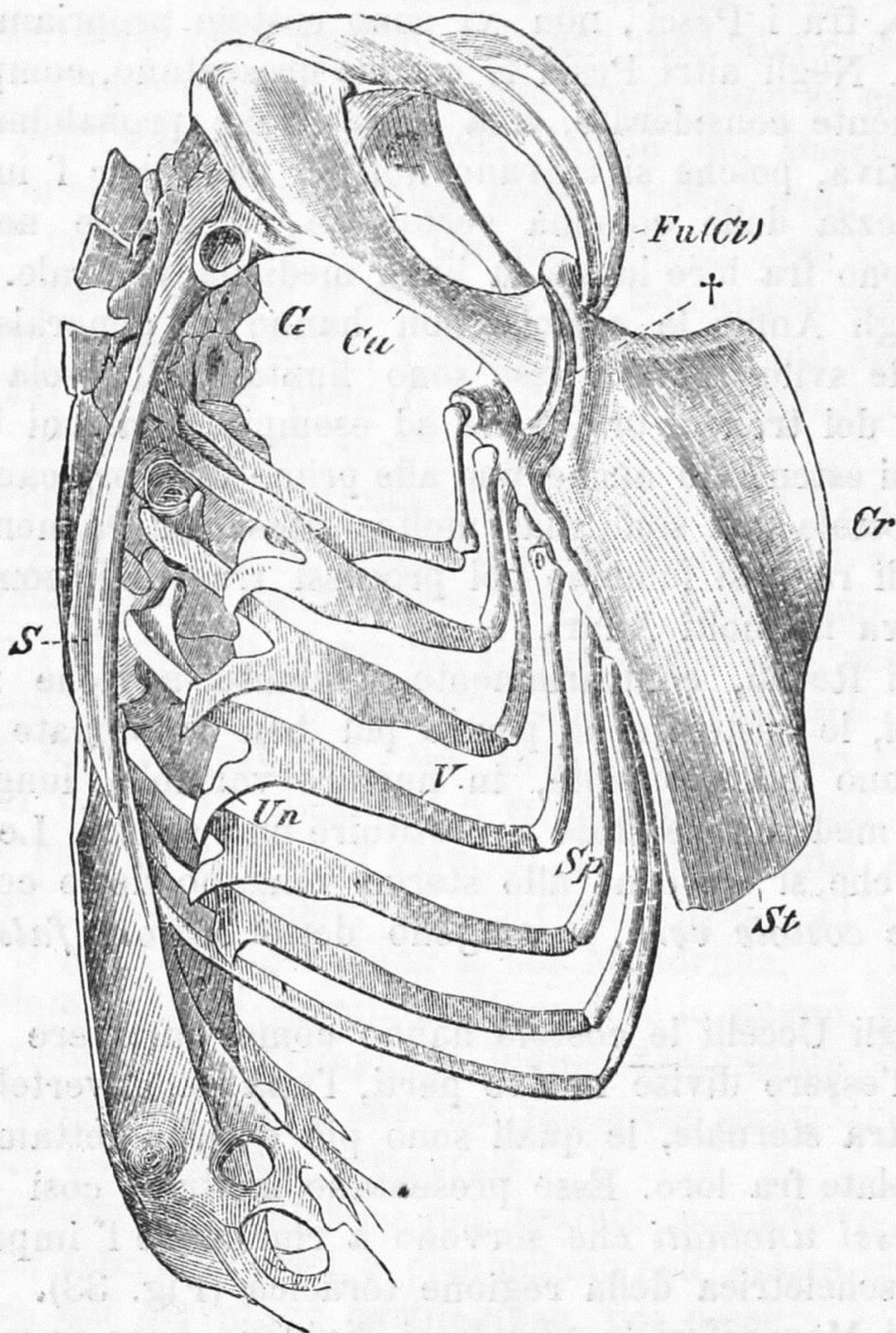



Fig. 33. — *Scheletro del tronco nel falco* S scapola, *G* superfici articolari di questa coll'omero, *Ca* coracoide, articolato con lo sterno *St* in +, *Fu* forchetta (clavicola), *Cr* carena dello sterno, *V* parte vertebrale delle coste, *Sp* parte sternale delle coste, *Un* processi uncinati.

tutti gli autori sono d'accordo intorno all'omologia delle parti dello sterno degli Anfibî con quelle dello sterno degli altri Vertebrati.

Nei Rettili, negli Uccelli e nei Mammiferi lo sterno

si forma dalla fusione lungo la linea mediana di varie costole di ciascun lato in una striscia cartilaginea (Fig. 34). Le due strisce cartilaginee unendosi insieme danno origine alla placca sternale alla quale vengono poi secondariamente ad articolarsi le costole relative in numero variabile; in generale questo numero è maggiore nei Mammiferi che non negli Uccelli e nei Rettili.

Lo sterno presenta forma variabilissima, prodotta da molteplici modificazioni, derivate dai rapporti di connessione colle parti scheletriche del cingolo anteriore, o dai rapporti di inserzione dei muscoli delle estremità anteriori, o dai rapporti colla trachea. Menzioneremo a tal proposito qualche esempio nel gruppo degli Uccelli dove tali modificazioni si presentano più spiccate e dove sono più facilmente osservabili.

Fig 34. — *Anello costale dell'uomo.* *WK* Corpo di vertebra, *Pt*, *Ps* Processo trasverso e spinoso della vertebra, *Cp*, *Ca*, *Co*, *Tb* Corpo, capo, collo e tubercolo della costa, *Kn* Cartilagine costale, *St* Sterno.

Lo sterno degli Uccelli è generalmente di forma quadrata in quelli che hanno volo rapido e presenta nella linea mediana longitudinale una sporgenza a mo' di carena, la quale è tanto più sviluppata, quanto più l'animale è forte volatore; questa disposizione di parti fa sì che più ampia diventa l' inserzione dei muscoli principali che servono al volo Così pure il margine posteriore dello sterno è tanto più profondamente intaccato, quanto meno sviluppata è l' attitudine al volo. Negli struzzi e nei casoari, uccelli, come è noto, non volatori nel vero senso della parola, lo sterno è privo della carena mediana e si presenta colla forma di scudo convesso nel mezzo.

Nella grù la carena dello sterno è grossa, ma vuota internamente per dar ricetto ad un' ansa della trachea

che vi passa entro prima di penetrare nel collo. Questa disposizione concorre ad aumentare, come facilmente si comprende, la leggerezza dell'animale.

E d'uopo menzionare ancora *l'episterno* che consiste ora in una piastra ossea, ora in una semplice formazione membranosa, foggiata come un legamento, che sta all'estremità anteriore, ed anche in parte sulla regione ventrale dello sterno. Pare che l'episterno debba riferirsi alla terminazione della clavicola sulla linea mediana dello sterno (Fig. 35).

Fig 35. — A sterno di volpe, B sterno di tricheco, C sterno di uomo *Mb* manubrio dello sterno, *C* corpo dello sterno, Pe processo ensiforme dello sterno, *R* coste.

Veniamo ora a discorrere di una parte importantissima dello scheletro dei Vertebrati, vale a dire dello *scheletro cefalico.*

Sebbene nei Leptocardi non vi sia un cranio propriamente detto, tuttavia la regione anteriore del corpo di questi animali, ossia la regione respiratoria, corrisponde ad un dipresso alla regione craniana dei Vertebrati.

Nei Vertebrati lo scheletro cefalico può dividersi in due serie principali di parti, vale a dire 1.° il cranio, 2.° lo scheletro branchiale.

Il cranio è quella porzione dello scheletro assile che sta in continuazione anteriormente colla colonna vertebrale, costituendo un tutto continuo. Il cranio racchiude essenzialmente il cervello e gli organi principali dei sensi, come le capsule uditive, gli occhi, le cavità nasali. Il cranio inoltre è in connessione con un sistema di archi detti archi branchiali che racchiudono il principio del canal digerente.

Fra le molte teorie che vennero escogitate per spiegare la costituzione del cranio e che tennero più o meno lungamente il campo nella scienza diremo qui brevemente di una sola, che certamente fu la più celebre e che forse non è abbandonata intieramente da tutti gli anatomici, cioè della teoria vertebrale del cranio. Si fu al principio del secolo corrente che quasi contemporaneamente in Francia ed in Germania parecchi naturalisti filosofi, Geoffroy S. Hilaire, Goethe, Oken, ecc., tentarono di ridurre lo scheletro dei Vertebrati, e in particolar modo il cranio, ad un tipo unico, comparando le ossa di quest'ultimo ad una serie di vertebre. Più tardi dopo i lavori dell'Owen la teoria vertebrale venne accettata quasi universalmente e si ritenne che il cranio dei Vertebrati fosse costituito da quattro vertebre nel modo seguente: 1.° una vertebra posteriore formata dall'osso occipitale, detta *vertebra occipitale*; 2.° una vertebra mediana formata superiormente dai parietali, inferiormente dallo sfenoide posteriore, e ai lati dai temporali, detta *vertebra parietale*; 3.° una vertebra detta *frontale* formata superiormente dal frontale, e inferiormente dalla sfenoide anteriore; 4.° la quarta vertebra costituita dal vomere, dai frontali anteriori, dall'etmoide, dai nasali, dai mascellari superiori e dagli intermascellari. A queste quattro vertebre vennero date anche le denominazioni seguenti dall' Owen, il quale portò qualche modificazione nella distribuzione delle ossa a ciascuna vertebra. La prima vertebra o posteriore venne chiamata occipito-joidea od uditiva, perchè consta dell'occipite, dell'osso, joide e delle ossa che contengono l'apparato uditivo; la seconda venne detta parieto-mascellare o gustativa; la terza fronto-mandibolare o visiva; la quarta naso-turbinata o olfattiva.

Altri autori spinsero la divisione delle ossa del cranio sino a costituire cinque vertebre invece di quattro.

Oggi giorno la teoria vertebrale del cranio, dopo le ricerche dell'Huxley, del Gegenbaur, del Marshall, del Balfour e di molti altri, deve essere abbandonata, poichè

l'esame del cranio primordiale dei Vertebrati, sopratutto di quelli inferiori, se da una parte dimostra l'esistenza di tracce di una costituzione metamerica primitiva, tuttavia questa metamerica non concorda colla segmentazione, evidentemente secondaria, del cranio osseo.

A tal riguardo è bene osservare che, malgrado i moltissimi ed importanti lavori moderni, la filogenia del capo dei Vertebrati e del loro cranio è tutt' altro che ben accertata.

Fig. 36 — *Sviluppo dello scheletro viscerale* (schema), *N*, *A*, *O* le tre capsule dei sensi, *Tr* trabecola raddrizzata da una posizione ad angolo †, *M* cartilagine di Meckel. *Qu* quadrato, *Hy* arco joideo, *B B* vari archi branchiali, fra cui sono visibili le fessure branchiali, *S* foro di sbocco, *Cc*, *Co* copule.

Non è possibile farsi una idea chiara della costituzione del cranio e del valore morfologico delle varie sue parti se non si segue il suo viluppo.

Lo sviluppo del cranio, considerato nel suo complesso, può essere brevemente profilato nel modo seguente. Nel cranio si distinguono, come nella colonna vertebrale tre stadî principali, sia considerandolo dal punto di vista del suo sviluppo filogenetico, sia dal punto di vista ontogenetico, vale a dire: 1.° lo stadio di cranio membranoso; 2.° lo stadio di cranio cartilagineo; 3.° lo stadio di cranio osseo.

La corda dorsale si prolunga, dalla parte anteriore, alquanto nella regione che costituisce la base del cranio e dal suo involucro scheletrogeno si sviluppano i primi rudimenti cartilaginei che devono dar principio alla formazione del cranio cartilagineo. Questo comincia con due paia di lamine collocate ai lati della corda dorsale

alla base del cervello, alle quali vien dato il nome di *lamine paracordali* o *trabecole* del cranio. In seguito queste parti si uniscono in una lamina, detta *piastra basale*, che forma un solido sostegno al cervello (Fig. 36).

I prolungamenti anteriori delimitano una cavità che piglia il nome di spazio o fossa pituitaria. In uno stadio di complicazione ulteriore la piastra basale entra in rapporto, per mezzo di processi, cogli organi dei sensi del capo, cioè cogli organi dell'olfatto e dell' udito. Così si costituisce progressivamente una sorta di capsula cartilaginea, la quale tende ad avvolgere, a partire dalla base e procedendo dai lati, il cervello e gli organi dei sensi. La parte superiore del cranio rimane membranosa e da questo stato passa poi più tardi direttamente allo stato osseo.

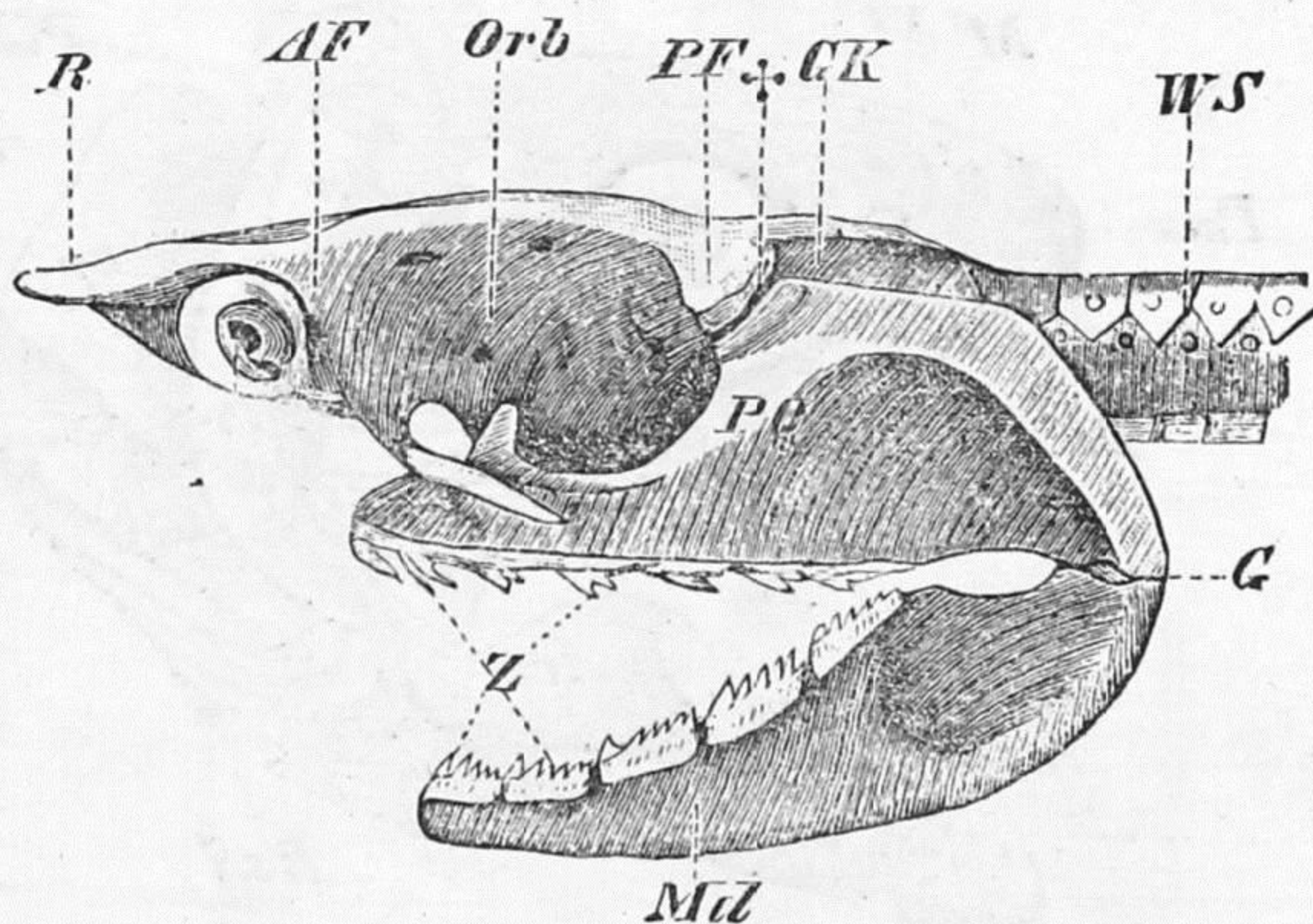



Fig. 37. — *Cranio dell'Heptanchus.* *WS* colonna vertebrale, *GK* capsula uditiva, *PF*, *AF* processo postorbitale e antorbitale, *Orb* orbita, *R* rostro, *NK* capsula nasale, + luogo di articolazione del palato quadrato (PQ) col cranio, *G* articolazione della mandibola, *MD* mandibola, *Z* denti.

Successivamente il cranio cartilagineo entra in connessione con un apparato scheletrico che circonda l'apertura boccale e che proviene dallo scheletro branchiale, il quale consta di sette archi cartilaginei. Questo numero va progressivamente diminuendo nei Vertebrati più elevati (Fig. 37).

Nei Vertebrati provvisti di branche il primo arco branchiale viene detto *arco orale* o *mandibolare*, gli altri vengono detti *archi post-orali* Il primo arco poi

di questo secondo gruppo ha nome di arco *joideo* Primitivamente tutti gli archi ora menzionati erano destinati a sostenere delle branchie; ma nelle modificazioni successive negli stessi Vertebrati con branchie una parte degli archi branchiali assume altre funzioni. Nei Vertebrati privi di branchie tutti gli archi branchiali si modificano in rapporto con nuove funzioni. L'arco mandibolare si unisce in vario modo colla capsula craniana primitiva e si divide in due pezzi che funzionano come mascelle. Il secondo arco branchiale unisce il suo pezzo superiore, detto jomandibolare, mobilmente col cranio, mentre il pezzo inferiore dà origine all'apparato joideo in stretto senso, e nei casi ove esiste, anche al così detto osso linguale.

Fig. 38. — *Scheletro cefalico della trota. Ep* epiotico, *Pt* pterotico, *Sph* sfenotico. *Os* occipitale superiore (sovroccipitale). P parietale, *F* frontale, *Sp.eth* sovretmoide, *Can* apertura del canale dei nervi olfattorî, *Nl* nasale, *Pmx* premascellare, *MM'* mascellare, *Ig* iugale, *Ms* mesopterigoide, *Mtp* metapterigoide, *o*, *o*, *o* anello orbitale, *Hm* jomandibolare, *S* simplectico, *Qu* quadrato, Pr preopercolo, *Iop* interopercolo, *Sop* subopercolo. *Op* opercolo, *BsS** raggi branchiostegî, *Ar* articolare, *De* dentale, *A* occhio.

Le complicazioni ulteriori che avvengono nel cranio provengono dal formarsi di parti ossee cutanee, le quali, venendo a mettersi in rapporto col cranio cartilagineo primitivo, delimitano la cavità boccale, costituiscono la vòlta del cranio e rivestono in varî punti il cranio cartilagineo che già esiste (Fig. 39).

Il fare qui una rassegna minuta della disposizione delle varie parti nel cranio di tutti i Vertebrati ci porterebbe fuori non solo dai limiti di questo libro, ma ci condurrebbe pure a falsarne l'indole, dovendo trattare molte questioni di particolari omologie fra le varie ossa, questioni che escono dal novero di quelle che si possono considerare come elementari e generali. Ci limiteremo perciò ad accennare i fatti più importanti e caratteristici che si riferiscono al cranio di ciascuna classe di Vertebrati, rinviando il lettore che desidera maggiori particolari in proposito ai trattati generali e di Anatomia comparata, di Osteologia comparata, e in particolar modo ai lavori di Parker, Gegenbaur, Götte, Huxley, Wiedersheim, ecc.

Fig 39. — *Cranio della rana esculenta* dal lato ventrale. Da ECKER. Da un lato son tolte le ossa tegumentali, *Cocc* condili occipitali, *Olat* occipitale laterale, *GK* capsula uditiva, *Qu* quadrato *Qjg* quadrato jugale, P*ro* prootico, P*s* parasfenoide, *As* alisfenoide, P*t* pterigoide osseo, PP palato quadrato, *F*P fronto-parietale, *E* etmoide (*Os en ceinture*), P*al* palatino, *Vo* vomere, *M* mascella superiore, P*mx* premascellare, *NN*[1] sostegno cartilagineo del naso, *II*, *V*, *VI* apertura di uscita del nervo ottico, trigemino e abducente,

Il cranio dei Ciclostomi fra i Pesci manca di una mandibola simile a quella degli altri Vertebrati; forse ciò è avvenuto in seguito a metamorfosi regressiva, ed ha la bocca foggiata per succhiare. Nei Plagiostomi

e negli Olocefali, pure fra i Pesci, il cranio è fatto come una scatola membranosa-cartilaginea di un solo pezzo, la quale ora si salda colla colonna vertebrale, ora si articola con essa. Essa non presenta ossa propriamente dette, ma talvolta le sue cartilagini si induriscono pel formarsi di incrostazioni e di depositi calcarei. Nei Ganoidi si cominciano a trovare le specie nelle quali le formazioni ossee di origine cutanea sono ben sviluppate, e che non solo ricoprono a guisa di corazza la parte superiore del capo, ma si addentrano anche nella cavità boccale. Inoltre qui si profila nettamente l'apparato opercolare, il quale si presenta diviso in varî pezzi denominati: l'*opercolo*, il *preopercolo*, *l'interopercolo* e *subopercolo*.

Fig. 40. — *Cranio della Lacerta. agilis*, *Pmx* Premascellare, *Na* Aperture esterne delle narici, *N* Nasale, *M* Mascellare, *F* Frontale, *Ts* Osso trasverso, *OO* Anello orbitale osseo (solo da un lato). *Iug* Iugale, *F* Frontale, *Pf* Prefrontale, *Stp* Sopratemporale, *Qu* Quadrato, *Squ* Sqnamoso, *Fp* Foro parietale, *Os*, Occipitale superiore, *Cocc* Condili occipitali.

Il cranio dei Teleostei è affine nel suo piano fondamentale di struttura a quello dei Ganoidi che hanno scheletro osseo: le ossa però sono molto numerose.

Il numero delle ossa, che è assai grande nel cranio dei Pesci Teleostei, si trova notevolmente ridotto nel cranio degli Anfibî il quale del resto è anche caratterizzato dal piccolo sviluppo delle parti cartilaginee. Negli Anfibî si nota un maggior numero di ossa nel cranio degli Urodeli che non in quello degli Anuri. Nel cranio di questi ultimi è tipica una zona di ossa nella

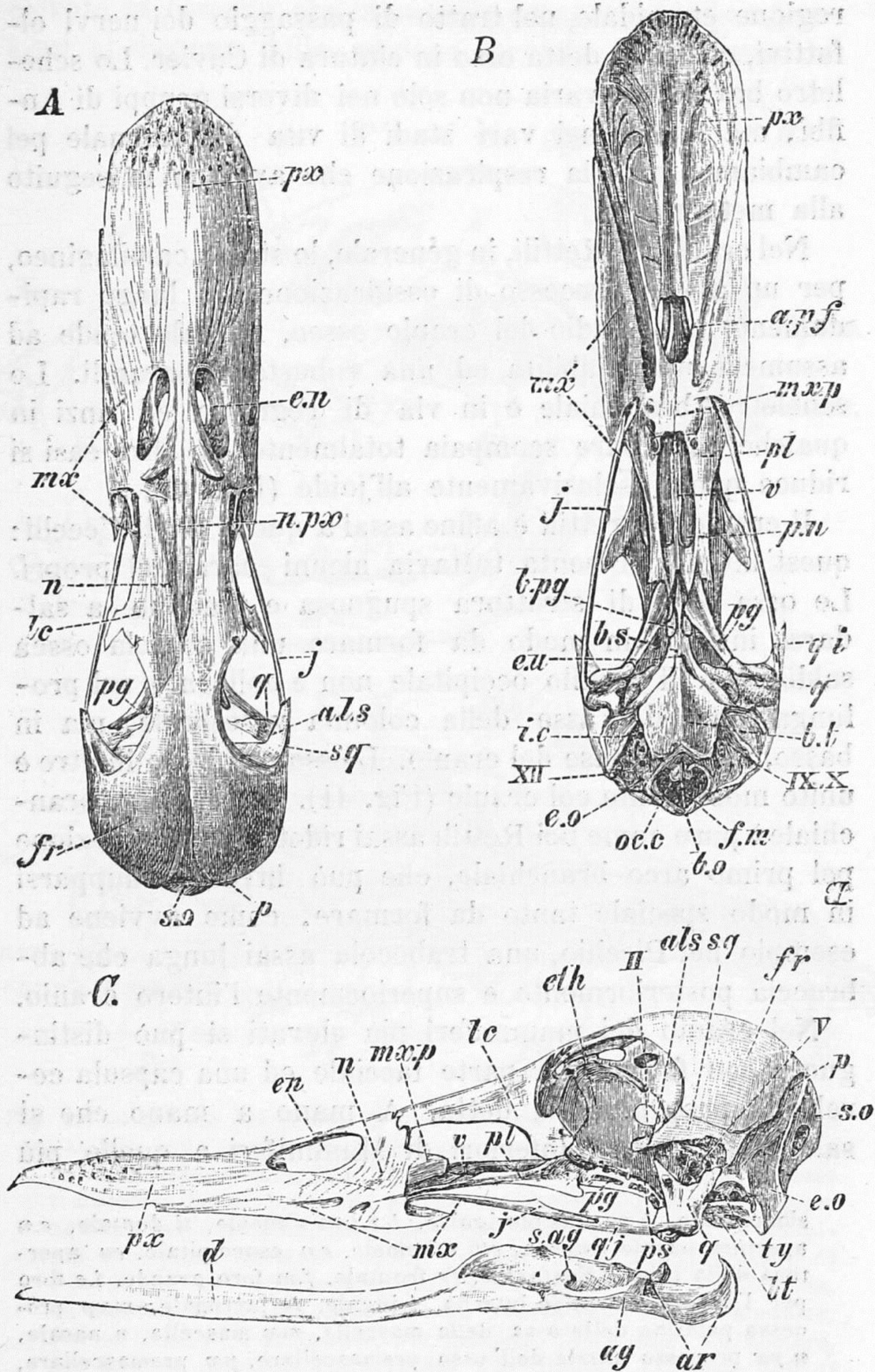



Fig. 41. — *Cranio dell'anitra.* A dall' alto, B dal basso, C da lato (da una prep. di W. K. PARCKER), *als* alisfenoide, *ag* angolare, *ar* articolare, *a.p.f* foro palatino anteriore, *b.t* basi temporale, *b.o* ba-

regione etmoidale, nel tratto di passaggio dei nervi olfattivi, che vien detta osso in cintura di Cuvier. Lo scheletro branchiale varia non solo nei diversi gruppi di Anfibî, ma anche nei varî stadî di vita dell'animale pel cambiamento della respirazione che avviene in seguito alla metamorfosi.

Nel cranio dei Rettili, in generale, lo stadio cartilagineo, per un attivo processo di ossificazione, dà luogo rapidamente allo stadio del cranio osseo, il quale tende ad assumere una stabilità ed una robustezza grandi. Lo scheletro branchiale è in via di regresso ed anzi in qualche caso pare scompaia totalmente: in altri casi si riduce quasi esclusivamente all'joide (Fig. 40).

Il cranio dei rettili è affine assai a quello degli Uccelli: quest'ultimo presenta tuttavia alcuni caratteri proprî. Le ossa sono di struttura spugnosa e tendono a saldarsi insieme in modo da formare una scatola ossea saldissima. Il condilo occipitale non è collocato sul prolungamento dell'asse della colonna vertebrale, ma in basso, verso la base del cranio. L'osso quadrato inoltre è unito mobilmente col cranio (Fig. 41). Lo scheletro branchiale è pure come nei Rettili assai ridotto, fatta eccezione pel primo arco branchiale, che può invece svilupparsi in modo speciale tanto da formare, come avviene ad esempio nel Picchio, una trabecola assai lunga che abbraccia posteriormente e superiormente l'intero cranio.

Nel cranio dei mammiferi più elevati si può distinguere con frutto una parte facciale ed una capsula cerebrale propriamente detta. A mano a mano che si sale dalle forme inferiori di Mammiferi a quelle più

sioccipitale, *b.pg* basipterigoide, *b.s* basisfenoide, *d* dentale, *e.n* apertura nasale esterna, *eth* ethmoide, *e.o* esoccipitale, *eu* apertura della tuba d'Eustachio, *fr* frontale, *f.m* foro grande, *i.c* foro per l'arteria carotide interna, *j* jugale, *lc* lacrimale, *mxp* processo palatino delle ossa della mascella, *mx* mascella, *n* nasale, *n.px* processo nasale dell'osso premascellare, *px* premascellare, *p* parietale, *p s* presfenoide, *pg* pterigoide, *pl* palatino, *pn* apertura nasale posteriore (coane), *q* quadrato, *qj* quadrato jugale, *sq* squamoso, *s.o* sovraoccipitale, *ty* cavo del timpano, *v* vomere, *II* apertura del nervo ottico, *V*, *IX*, *X*, *VII* apertura del trigemino.

elevate si osserva che la capsula cerebrale tende a portarsi al disopra della regione facciale e contempora-

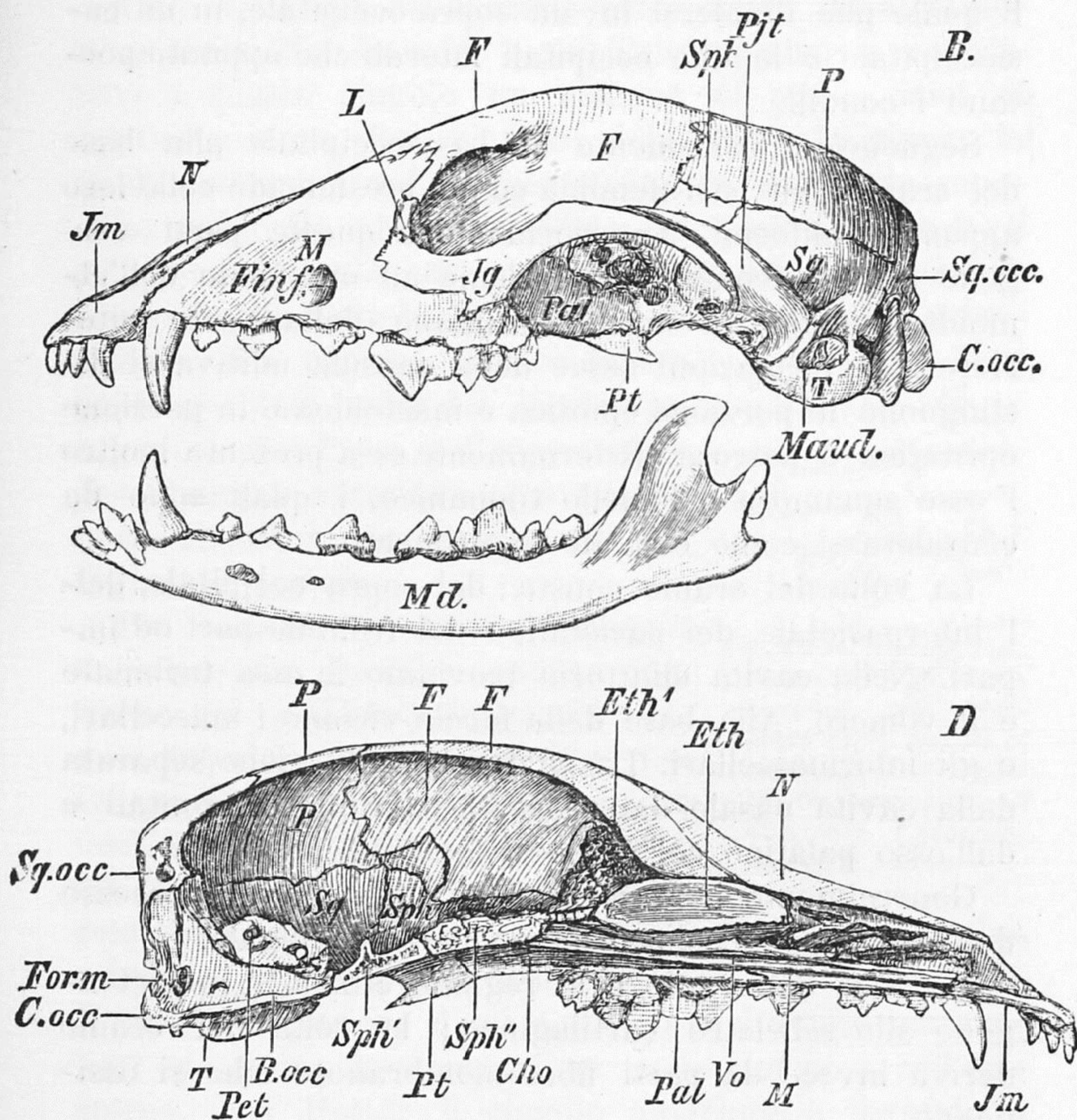



Fig. 42. — *Cranio del veltro.* B lateralmente, D in sezione mediana dal lato della cavità. *Jm* intermascellare. *N* Nasale. *M* Mascellare col foro infraorbitale, *Finf*. *Jg* Iugale, *Pjt* Processo jugale dell'osso temporale, *L* Lacrimale col canale lacrimale, *P* Parietale, *Sq.occ* Squama dell'osso occipitale (sovroccipitale), *C occ* Condili occipitali (occipitale laterale). *B.occ* Basioccipitale, *Pal* Palatino, *Pt* Pterigoide, *Sph* Alisfenoide, Spl^1 Basisfenoide, Sph^2 Presfenoide, *Sq* Squama temporale, *Maud* Meato uditivo esterno, *T* Timpanico, *For.m* Gran foro occipitale, *Pet* Petroso, *Cho* Coane, *Vo* Vomere, *Eth* Lamina perpend. dell'etmoide. Eth^1 Lamina cribrosa, *Car.gl* Cavità glenoidea per la mandibola.

neamente va facendosi più spiccato l' angolo che la base del cranio fa coll' asse della colonna vertebrale.

Nel cranio, cominciando dalla parte posteriore, troviamo le parti seguenti. L' occipitale con due condili, il quale può dividersi in: un sopra occipitale, in un basioccipitale e in due occipitali laterali che appunto portano i condili.

Seguono anteriormente al basi-occipitale alla base del cranio: un basi-sfenoide ed un presfenoide colle loro appendici aliformi. Anteriormente a queste parti vengono le ossa frontali che insieme ad una parte dell'etmoide chiudono la capsula craniana dalla parte anteriore. Le formazioni ossee della capsula uditiva si distinguono in porzione epiotica o mastoidea e in porzione opistotica o petrosa. Esternamente essa presenta inoltre l' osso squamoso e l'anello timpanico, i quali sono da considerarsi come ossa di rivestimento.

La vòlta del cranio consta: del sopra occipitale, dell' interparietale, dei parietali, e del frontale pari od impari. Nella cavità olfattoria troviamo le ossa turbinate e il vomere. Alla base della faccia vi sono i mascellari, e gli intermascellari. La cavità boccale viene separata dalla cavità nasale dai processi palatini orizzontali e dall'osso palatino col quale si fondono.

Generalmente i mascellari si uniscono al processo dell' osso squamoso per mezzo dell'osso jugale.

La base del cranio e la regione etmoidea appartengono allo scheletro cartilagineo; la vòlta del cranio deriva invece da parti fibro-membranose che si ossificano.

Nei Mammiferi il cranio presenta intimamente unite insieme la parte cefalica e la parte viscerale, tanto che il cranio nell' animale adulto, fatta eccezione della parte mandibolare inferiore, si presenta in un solo pezzo.

Lo scheletro dei membri od arti dei Vertebrati è d' uopo venga diviso in due parti per ciascun paio di estremità, vale a dire: in un cingolo anteriore o scapolare e in due estremità anteriori e in un cingolo posteriore o pelvico e in due estremità posteriori. Esaminiamo brevemente queste varie parti.

Il cingolo anteriore si presenta nella sua forma più semplice nei Selaci fra i Pesci; quivi è un arco cartilagineo collocato immediatamente dietro all' apparato branchiale. Nei Ganoidi e nei Telostei viene a connettersi a questo cingolo un sistema di pezzi ossei di origine cutanea. Sul cingolo si inserisce la pinna, la quale determina nel cingolo stesso un segmento superiore o dorsale ed un segmento inferiore o ventrale. Il primo corrisponde alla porzione scapolare del cingolo anteriore dei Vertebrati superiori ed il secondo corrisponde alla regione coracoidale e procoracoidale pure dei Vertebrati superiori. Nei Pesci è d'uopo notare che il cingolo anteriore è più o meno unito al cranio per mezzo del suo segmento dorsale.

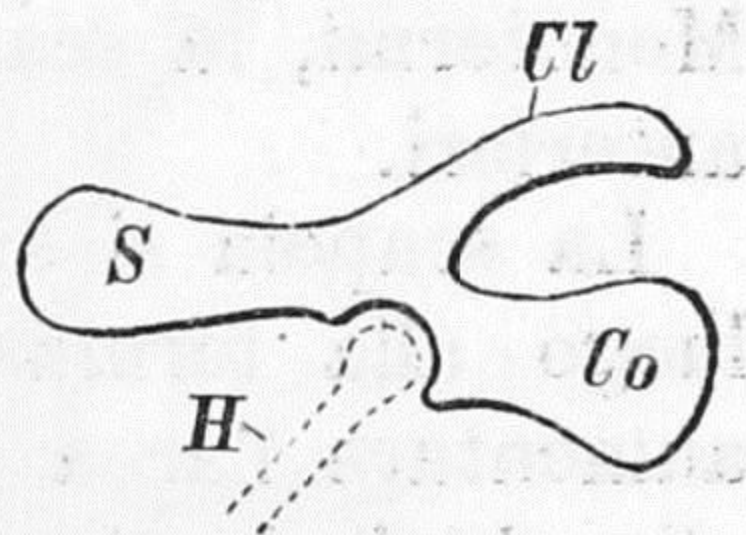



Fig. 43. — *Schema fondamentale del cinto toracico dei vertebrati dagli anfibii ai mammiferi* *S* scapola, *Co* coracoide, *Cl* clavicola (procoracoide) *H* omero

Più nettamente che non il cingolo anteriore dei Pesci si collega con quello dei vertebrati superiori il cingolo anteriore degli Anfibî, (fig. 43). In questi ultimi il cingolo anteriore consta di una piastra cartilaginea, od ossea, dorsale che piglia nome di *scapola* con due processi ventrali, uno anteriore, la *clavicola o procoracoide*, e uno posteriore, il *coracoide*. Il cingolo anteriore degli Anfibî non si unisce col cranio; ma entra in connessione collo sterno e coll'episterno. Nei Rettili il cingolo anteriore è foggiato a un dipresso come negli Anfibî, salvo che la clavicola pare sia nei Rettili una formazione ossea secondaria. Essa può anche mancare od essere soltanto rudimentaria.

Il cingolo anteriore degli Uccelli presenta una scapola sottile e lamellare; ma per contro sono ben sviluppati i coracoidi, i quali si uniscono da una parte intimamente collo sterno e dall'altra concorrono a formare la cavità articolare dell'omero. La clavicola è pure assai sviluppata e le due clavicole, riunendosi insieme, costituiscono la così detta *forchetta*. Questa può es-

sere rudimentale, o mancare al tutto, o saldarsi ancor essa collo sterno.

Il cingolo anteriore dei Mammiferi deve essere considerato prima nei Monotremi poscia in tutti gli altri, poichè nei Monotremi esso si presenta in una condizione che si avvicina a quella dei Rettili e degli Uccelli. I coracoidi, cioè, sono relativamente molto sviluppati e vengono ad inserirsi allo sterno; mentre negli altri Mammiferi i coracoidi si riducono notevolmente e non costituiscono più che una porzione della cavità articolare della spalla; perciò nei Mammiferi, eccezion fatta pei Monotermi, la scapola è l'unico sostegno delle estremità anteriori.

La scapola si sviluppa molto coll'allargarsi e col dar luogo alla formazione di rialzi speciali, destinati ad aumentare l'area di inserzione dei muscoli. In quanto alla clavicola si può dire che essa ha nei Mammiferi uno sviluppo molto vario e può anche mancare totalmente. In generale lo sviluppo della clavicola è in rapporto collo sviluppo e la mobilità dell'estremità anteriori.

L'origine e il significato morfologico delle parti costituenti il cingolo posteriore o pelvico sono tuttora oggetto di molte discussioni. Secondo il Wiedersheim si è nei Dipnoi, fra i Pesci, che si trova la condizione più semplice e primitiva delle ossa del bacino propriamente detto dei Vertebrati, in una piastra cartilaginea con due paia di processi, collocata sulla linea mediana ventrale. Al paio di processi posteriori si articolano le estremità.

Lasciamo in disparte qui tale questione e veniamo al cingolo posteriore degli Anfibî e degli altri Vertebrati superiori. Il cingolo posteriore di questi animali consta di una piastra dorsale che si unisce alle vertebre sacrali e di due lamine ventrali: la prima costituisce la parte *iliaca*; delle altre due, l'anteriore corrisponde alla parte *pubica* e la posteriore alla parte *ischiatica*. Al complesso di queste parti si da anche il nome di *bacino*. La cavità articolare del femore si trova là dove

le parti sopradette si uniscono da ciascun lato fra loro (Fig. 44).

Il modo di locomozione induce nella disposizione delle ossa del bacino e sopratutto nel loro rispettivo sviluppo modificazioni notevoli.

Non potendo entrare a tal proposito in troppi particolari accenneremo soltanto al bacino dei Mammiferi. In questi Vertebrati il bacino può essere al tutto rudimentale, in seguito alla scomparsa delle estremità posteriori, come ad esempio si osserva nei Cetacei. Negli altri Mammiferi le ossa del bacino rimangono separate da zone cartilaginee per un certo tempo, poscia si saldano in un pezzo solo. Il pube, rispetto alle altre ossa, viene ad avere una parte secondaria; nei gruppi di Mammiferi più elevati le ossa pubiche si uniscono anteriormente in una vera *sinfisi* del pube. Nei Monotremi e nei Marsupiali le ossa pubiche portano superiormente due ossa dirette dell'innanzi, le quali vengono dette *ossa marsupiali*.

Fig. 44. — *Bacino della salamandra maculosa lato ventrale.* *Il* ileo, *Is* ischio, P pube (?) (parte acetabolare?), *Fo* foro otturatore, *Sy* sinfisi ischio-pubica, + due protuberanze comuni agli urodeli, *Ep* cartilagine epipubica con le sue estremità a forca *a b*, *G* cavità articolari pel femore.

Passiamo ora ad esaminare quelle parti che sotto forma di estremità libere si attaccano ai cingoli. Queste parti si devono ritenere omologhe fra loro e sorte nelle due estremità.

I Vertebrati si possono dividere in riguardo alle

loro estremità in due serie: l'una delle quali comprende i Pesci e l'altra tutti gli altri Vertebrati.

Le estremità pari dei pesci si riconducono facilmente ad un tipo unico. Nei Plagiostomi ad esempio le pinne pettorali si uniscono al cingolo anteriore per mezzo di

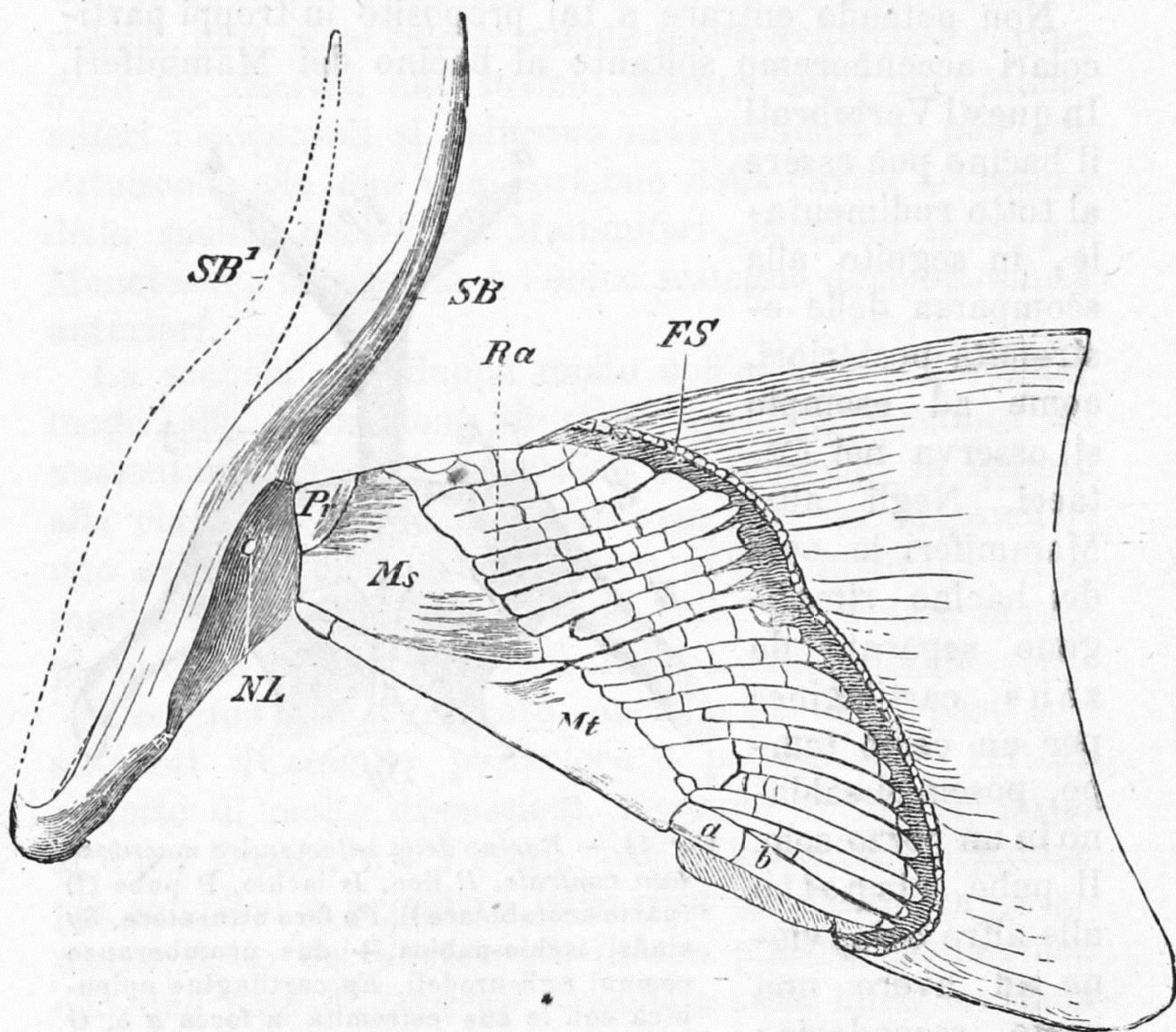



Fig. 45. — *Cinto toracico e pinna pettorale dell'Heptanchus.* *SB*, *SB'* Cinto toracico, *NL* Foro nervoso, *Pr*, *Ms*, *Mt* I tre pezzi basali della pinna, pro-meso e metapterigio, *Ra* Raggi pinneali cartilaginei, *a*, *b* Raggio principale posto nell'asse del metapterigio, † Raggio d'un altro lato dell'asse (segno di un tipo biseriale), *FS* fili cornei in sezione.

tre pezzi ossei basali che vengono designati coi nomi di *propterigio*, *mesopterigio* e *metapterigio* (fig. 45).

Sopra di essi stanno, ordinati in serie, molti piccoli pezzi ossei che sorreggono i prolungamenti cornei della pinna Delle tre ossa ora menzionate, il *metapterigio* ap-

pare essere il più importante. Nella estremità ora descritta i pezzi ossei secondarî sono inseriti da un solo lato dei pezzi ossei basali, perciò la pinna è del tipo così detto uniseriale.

Nei Dipnoi invece i pezzi ossei secondarî si inseriscono simmetricamente ai due lati e così si ha la pinna del tipo così detto biseriale.

Le pinne addominali sono foggiate, astrazion fatta di alcuni particolari, sullo stesso stampo delle pinne pettorali ora descritte.

Negli altri Vertebrati si può riconoscere nelle estremità un tipo fondamentale, il quale nelle sue parti è riferibile alla pinna dei Pesci. L'Emery conchiude in un suo recente lavoro che le estremità a cinque raggi dei Vertebrati terrestri derivano da pinne di pesci multiradiate mediante riduzione di raggi anteriori e posteriori, e che i raggi ridotti hanno lasciato rudimenti più o meno vistosi, come ad esempio l'osso falciforme della talpa e il così detto prepolice del Pedetes, i quali hanno assunto nuove funzioni o sono entrati in rapporto con tendini in qualità di ossa o di cartilagini sesamoidi.

Chi desidera maggiori particolari intorno all'origine e al significato morfologico delle parti scheletriche delle estremità e dei cingoli consulti il recentissimo e molto esteso lavoro del Wiedersheim intitolato: Das Gliedmassenskelet der Wierbelthi re — con atlante di 17 tavole — Jena 1892.

L'osso del braccio, l'*omero*, e quello della coscia, il *femore*, sono impari e corrispondono al *metapterigio* dei Pesci. L'antibraccio e la gamba sono costituiti da due ossa, il *radio e l'ulna* pel primo, e la *tibia* e la *fibola* per la seconda. La mano si divide in varî segmenti: il *carpo, il metacarpo* e le *falangi*. Il piede si divide pure in varî segmenti: il *tarso, il metatarso* e le *falangi*.

Negli Anfibî urodeli il radio e l'ulna sono distinti l'uno dall'altro; negli Anfibî anuri invece essi si fondono in-

sieme. La stessa cosa si dica per le ossa della gamba.

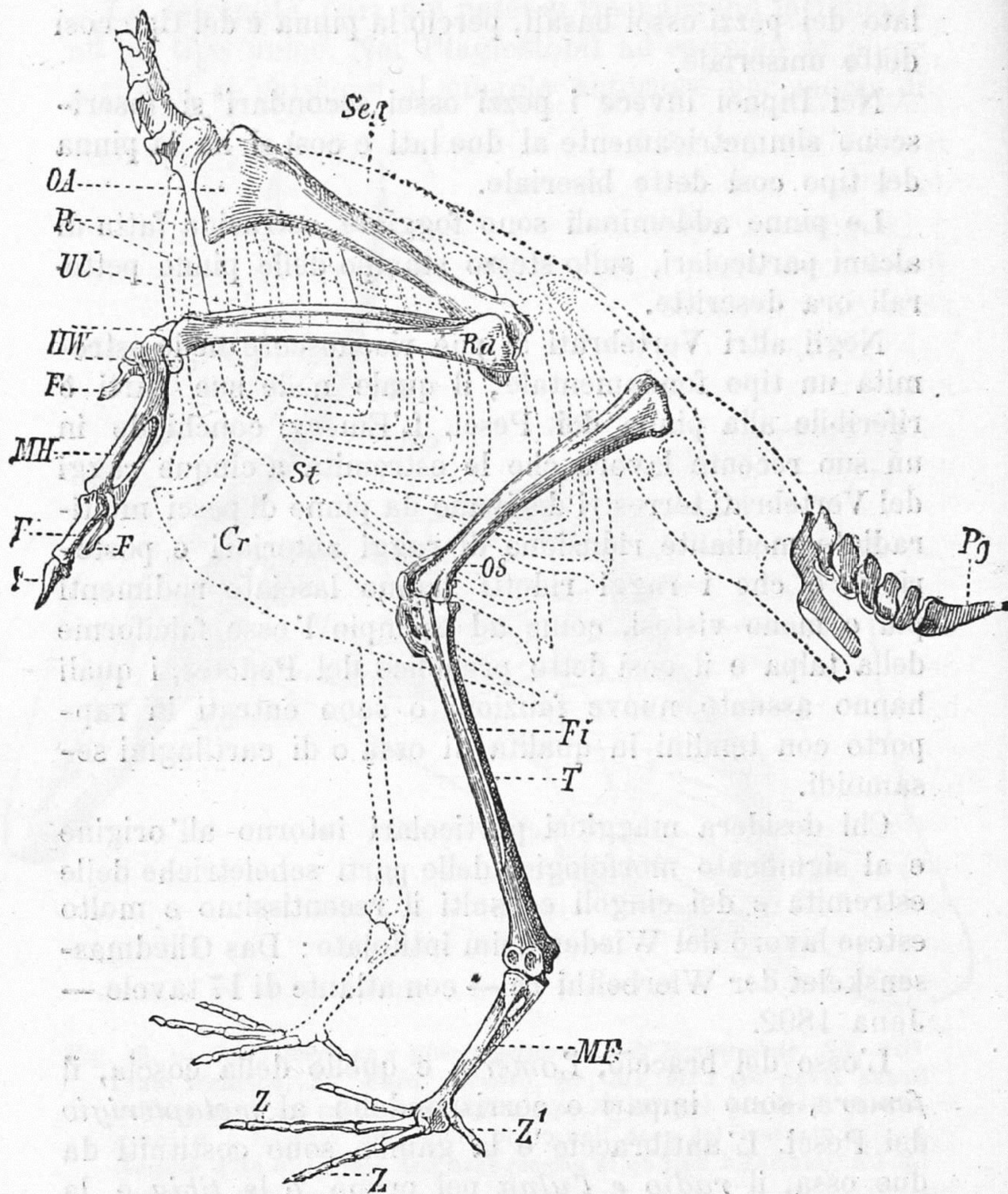



Fig. 46. — *Arti e coda di un uccello* (*Carinatae*). Lo scheletro del tronco è punteggiato. *Sch* Squamo scapolare, *R* Osso coracoide. *St* sterno e carena *Cr*, *OA* Omero, *Rd* Radio. *Ul* Ulna, *HW* Carpo, *MH* Metacarpo. *F* Dita, *OS* Femore, *T* Tibia, *Fi* Fibula, *MF* Metatarso, *ZZ*[1] Dita, *Pg* Pigostilo.

Negli Anuri le ossa metatarsali e le falangi sono molto lunghe.

Nei Rettili il tarso si riduce assai e non raramente vi ha fusione di parecchi pezzi ossei in uno solo.

Negli Uccelli (fig. 46) vi è differenza grande fra l'estremità anteriore, sopratutto nella sua parte estrema, e l'estremità posteriore. Ciò, come facilmente si comprende, dipende dal modificarsi dell'estremità anteriore in rapporto colla funzione di volo. Nell' estremità anteriore sono sviluppatissimi l'omero e le ossa dell'avambraccio, mentre si riducono gli altri segmenti. Così nell'animale adulto il carpo presenta due soli pezzi ossei: il *radiale* e l'*ulnare*, mentre nel periodo embrionale il loro numero è di sette. Il metacarpo è costituito di tre pezzi più o meno fusi insieme che portano le dita anch'esse composte di poche falangi.

L'estremità posteriore presenta la fibula più o meno fusa colla tibia. Nel piede l' osso tibiale e l' osso fibulare si fondono nello stato adulto colla tibia e le ossa tarsali si fondono colle ossa metatarsee. I metatarsi stessi si fondono più o meno intimamente in un osso unico che porta le dita in numero di quattro, o di tre, o di due.

Nei Mammiferi, delle due paia di estremità, il paio anteriore non manca mai, e in quelli nei quali l' estremità anteriore è trasformata in organo di prensione si osserva una notevole mobilità articolare del radio, mentre l'ulna rimane fissa. La mano ed il piede sono le parti che nei Mammiferi presentano variazioni maggiori da gruppo a gruppo, poichè mutano non solo la forma e la struttura delle ossa del carpo o del metacarpo o del tarso e del metatarso; ma varia assai anche il numero delle dita.

Le dita non sono mai in numero superiore a cinque; ma possono ridursi gradatamente a non essere più che uno, vale a dire il dito di mezzo. La riduzione incomincia dal pollice il quale diventa rudimentale e poi scompare intieramente, poi il 5.° dito esterno e il 2.° dito interno si atrofizzano, come, ad esempio, nei Ruminanti, o scompaiono anche al tutto. Infine può scom-

parire anche il 2.° dito esterno, di modo che non rimane più che il dito mediano, come ad esempio, nei Solipedi. Contemporaneamente al ridursi delle dita le ossa del carpo e del metacarpo si riducono in una maniera corrispondente, poichè i pezzi ossei ai quali si attaccano le dita rudimentali diventano stiliformi e frequentemente le due ossa metacarpee mediane si fondono insieme a costituire un osso lungo impari.

Come è noto, l'estremità dell'arto anteriore diventa una mano nel vero senso della parola quando il dito interno o pollice è opponibile alle altre dita; l'estremità dell'arto posteriore può presentare anche il dito interno poponibile, in questo caso il piede viene detto prensile.

Menzioneremo qui ancora la *rotula* osso che si trova a rinforzare l'articolazione del ginocchio. I a rotula si trova già in qualche Sauro, fra i Rettili, e si trova pure non raramente negli Uccelli; essa è poi particolarmente sviluppata nei Pinguini. Nei Mammiferi la rotula manca raramente.

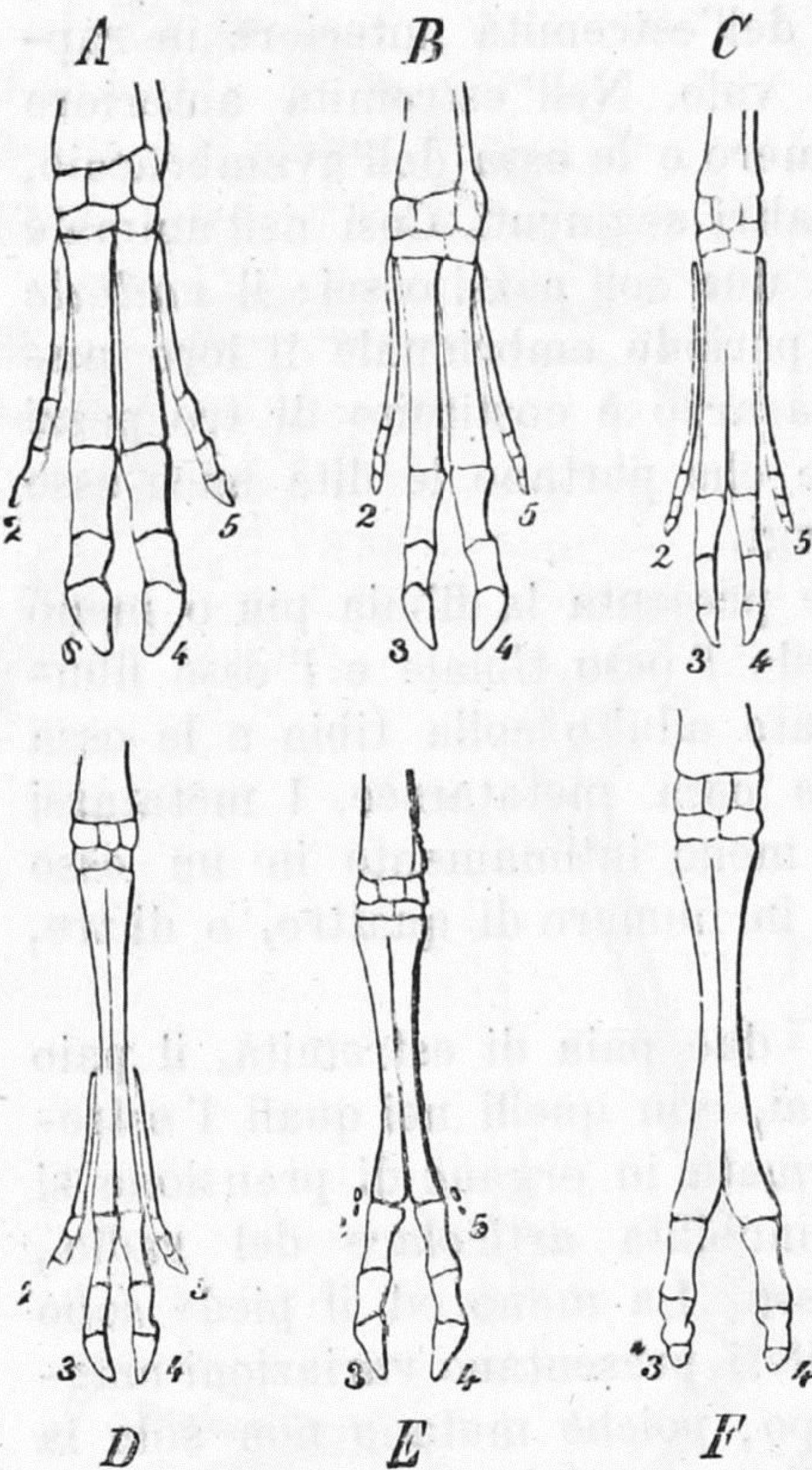



Fig. 47. — **A** *Piede anteriore del porco*, **B** *dell'Hyomoschus*, **C** *del Tragulus*, **D** del capriolo, **E** della pecora, **F** del cammello 2-2 Dita (da GARROD. V. Tratt. d'anat. comp. di BELL.).

Per ciò che riguarda le modificazioni delle estremità dei Mammiferi in rapporto col genere di vita e con spe-

ciali maniere di locomozione il lettore può consultare i trattati di zoologia descrittiva dove tali modificazioni vengono descritte a lungo, poichè servono alla caratterizzazione dei varî gruppi.

Prima di lasciare il discorso intorno allo scheletro dei Mammiferi credo utile di dare una enumerazione

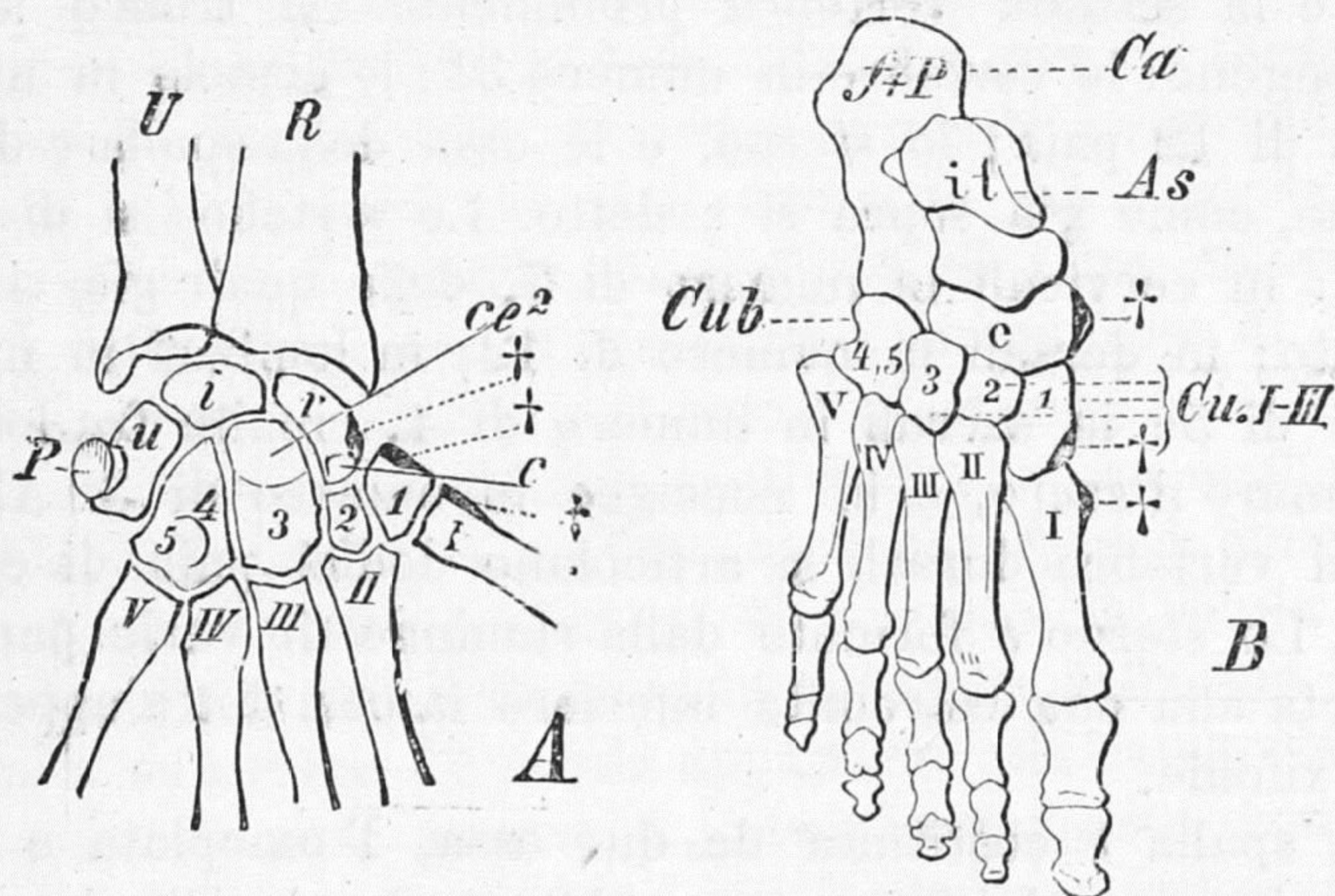



Fig. 48. — **A** *Carpo dell'uomo*, **B** *Scheletro del piede umano*. Il prepollice e il prealluce sono in ischema, *U* Ulna, *R* Radio, *r* radiale (naviculare), *i* Intermedio (lunato), *u* Ulnare (triquetro), *p* Pisiforme *ce* Centrale unito al radiale, ce^2 Secondo centrale (capo del capitato) (carpale 3), 1-5 Carpali (tarsali) di cui il 4.° e il 5.° sono fusi, formando il cuboide o uncinato *Cub.* ††† Traccie del prepollice e del prealluce. Il tarsale 1-3 è indicato come 1-3 cuneiforme *Cu I-III*, *c* Centrale (naviculare) del tarso, *it* Intermedio tibiale = astragalo *As* o tallone, *f†p* Osso pisiforme e fibulare uniti nel calcagno *Ca*. *I-V* metacarpali o metatarsali.

delle ossa dello scheletro dell'uomo, tenendo conto principalmente della loro posizione rispettiva e della loro posizione nelle varie regioni del corpo.

Lo scheletro dell'uomo può venir diviso, come il corpo, in capo o cranio, al quale appartengono la faccia e la mandibola inferiore; nel tronco, al quale appartengono le vertebre del collo, le ossa del torace, quelle della spalla e quelle del bacino, e nei membri, divisibili alla loro volta, in superiori ed inferiori.

Le ossa del capo si dividono in quelle del cranio pro-

priamente detto e in quelle della faccia. Le prime sono: il frontale, i parietali, l'occipitale, i temporali, gli sfenoidi e l'etmoide; le seconde sono: le ossa del naso, le ossa unguis, i mascellari superiori, le ossa malari, i palatini, il vomere e il mascellare inferiore. Il capo è separato dal tronco, dal collo, che è costituito da sette vertebre delle quali la prima è detta atlante, la seconda asse e la settima vertebra prominente. Al tronco appartengono: le vertebre in numero 31; le costole in numero di 12 paia; lo sterno, e le ossa della spalla e del bacino, come già sopra si è detto. Le vertebre si dividono: in cervicali in numero di 7, delle quali già si è parlato; in dorsali in numero di 12; in lombari in numero di 5; in sacrali in numero di 4, riunite fra loro a formare il sacro, e in coccigee in numero di 3. Alle dodici vertebre dorsali si articolano dodici paia di costole. Lo sterno è formato dalla riunione di varie parti e porta alla sua estremità inferiore la così detta appendice xifoide.

La spalla è costituita da due ossa, l'omoplata e la clavicola; quest'ultima viene ad articolarsi colla estremità superiore dello sterno. Il bacino, detto anche osso innominato, risulta formato dalla saldatura di tre pezzi ossei collocati da ciascun lato del sacro, i quali vengono a congiungersi lungo la linea mediana ventrale. Queste ossa sono l'ileo o osso delle anche, il pube e l'ischio. Il pube destro ed il sinistro si uniscono insieme in una sinfisi nella parte inferiore dell'addome.

L'arto, o membro superiore, si divide in braccio, avambraccio e mano. Al braccio corrisponde l'omero, all'avambraccio il radio ed il cubito, e alla mano le ossa del carpo, del metacarpo e le falangi delle dita.

Le ossa del carpo sono distribuite in due serie, la prima delle quali comprende, procedendo dall'indentro al difuori, vale a dire dal pollice al dito mignolo: lo scafoide, il semilunare, il piramidale e il pisiforme; la seconda comprende il trapezio, il trapezoide, il grande osso, l'osso uncinato o unciforme.

Le falangi si dividono in: prime falangi o superiori le quali sono in numero di cinque; in seconde falangi o falangi medie, o falangine in numero di quattro, poichè il pollice non ne ha; in terze falangi o inferiori, o ungueali, o falangette, in numero di cinque.

L'arto o membro posteriore si divide in coscia, gamba e piede; alla coscia corrisponde il femore, alla gamba la tibia e la fibula, al piede, le ossa del tarso, del metatarso e delle falangi delle dita. Le ossa del tarso sono disposte in due serie; la prima di queste comprende due sole ossa, l'astragalo ed il calcagno. La seconda serie comprende il cuboide, lo scafoide ed i tre cuneiformi. Il metatarso, come il metacarpo, si compone di cinque ossa lunghe distinte col nome di primo, secondo metatarseo, ecc. Le falangi si dividono, come quelle delle dita della mano, e variano analogamente di numero.

Nell'estremità posteriore vi è inoltre la rotula collocata al davanti della tibia in vicinanza della sua estremità superiore. La rotula appartiene alla categoria delle così dette ossa sesamoidi, ossa in rapporto con certi tendini dei quali rendono più facile lo scorrimento.

I differenti pezzi dello scheletro si riuniscono gli uni agli; altri mediante superfici corrispondentemente configurate e mantenute insieme da legami di diversa natura. All'insieme delle parti per le quali si uniscono due o più fra esse si dà il nome di *articolazione*. Nella loro connessione le ossa conservano per la maggior parte una completa indipendenza. Alcune però si immobilizzano in parte, altre completamente; si possono perciò stabilire tre grandi classi di articolazioni; vale a dire: le articolazioni mobili o *diartrosi*, le articolazioni semi-mobili o *anfiartrosi* e le articolazioni immobili o *sinartrosi*.

Le prime sono più numerose delle seconde e delle terze. Tutte le articolazioni degli arti, ad esempio, sono diartrosi, e così pure si dica per la maggior parte delle articolazioni del tronco. Le anfiartrosi non si trovano che nella parte mediana del tronco. Le sinartrosi si trovano nel cranio e nella faccia.

Le superfici articolari delle ossa, articolate mobilmente fra loro, sono ricoperte dalle così dette *cartilagini articolari*. Le superfici articolari sono poi tenute unite e mantenute nei loro rapporti naturali dai così detti *legamenti*, co tituiti fondamentalmente da tessuto connettivo fibroso nelle sue varietà. Si dà finalmente il nome di *sinoviali* ad alcune membrane le quali tappezzano le cavità articolari e che trasudano sulle pareti di queste un liquido untuoso, detto *sinovia*. Le sinoviali, rivestendo le diverse parti che concorrono a formare una articolazione, le congiungono fra loro e le completano in modo che le cavità articolari hanno per carattere comune d'essere ermeticamente chiuse. Il loro ufficio nell'organismo non differisce da quello delle membrane sierose, alla grande famiglia delle quali esse infatti appartengono.

III.

Muscoli.

Si è nei Celenterati che il sistema muscolare comincia a profilarsi in modo ben chiaro ed anzi fra gli Autozoi assume uno sviluppo notevole. Una parte delle cellule esodermiche forma alla base un prolungamento nastriforme contrattile, che è una fibrilla muscolare. Il complesso di queste fibrille costituisce uno strato al disotto dell'epitelio, che vien detto strato muscolare cutaneo.

Nelle Meduse le fibre muscolari sono in maggior numero nel così detto subombrello e nel velo, parti che servono in particolar modo alla locomozione di questi animali. Ma si è nelle Attinie, fra gli Autozoi, dove possiamo trovare un esempio di sistema muscolare ben sviluppato. Nelle Attinie i muscoli si distinguono in quelli del piede o suola, in quelli delle pareti cilindriche del corpo e in quelli delle regioni circumboccali e

tentacolari. Secondo la direzione, le fibre si dividono in circolari e longitudinali. Le lamine mesenteroidi hanno fibre muscolari longitudinali. Nelle Colonie dei Sifonofori vi hanno individui locomotori, i quali presentano notevolmente sviluppato il sistema muscolare.

Nei Vermi lo sviluppo del sistema muscolare è molto variabile. Complessivamente considerato, il sistema muscolare si presenta disposto in uno strato collocato al disotto della pelle colla quale è più o meno intimamente connesso in guisa che pei Vermi si può parlare di un involucro dermo-muscolare che circonda il corpo dell'animale.

Nei Nematelminti, ad esempio, il sistema muscolare è spesso diviso, più o meno completamente per la lunghezza del corpo, in quattro campi da sporgenze interne dipendenti in gran parte dallo strato tegumentale, dette linee dorsali, ventrali e laterali. Le fibre muscolari sono di lunghezza variabile, talvolta notevolmente grande e sono il prodotto di una sola cellula. La parte fibrillare della cellula muscolare si continua spesso in una appendice vescicolosa, con contenuto granuloso e con nucleo, che sporge nell'interno della cavità del corpo.

Anche negli Anellidi i muscoli costituiscono un involucro in intima connessione coll'integumento. Si distinguono: esternamente, un sistema di fibre muscolari circolari ed internamente un sistema di fasci muscolari longitudinali. Vi è inoltre un sistema di muscoli obliqui che dalla regione ventrale vanno alle parti laterali, ed un complesso di muscoli derivato dal sistema generale in rapporto colle setole, coi parapodî e coi varî organi interni.

La muscolatura degli Echinodermi presenta nel suo complesso varî punti di contatto con quello dei Vermi. Essa è unita coll'integumento e colle varie appendici che ne dipendono e quindi, come facilmente si comprende, essa varia col variare della struttura fondamentale e dello sviluppo generale del demascheletro.

Nelle Oloturie lo strato muscolare consta di fibre muscolari trasversali esterne, e di fibre longitudinali in-

terne. Le fibre longitudinali costituiscono cinque cordoni muscolari sporgenti nell'interno della cavità del corpo.

La muscolatura delle braccia nei Crinoidi e negli Asteridi presentasi con disposizione metamerica come le parti alle quali si attacca e riempie gli interstizî delle parti solide.

Negli Echinidi, in causa della rigidità notevole del dermoscheletro, la muscolatura è diventata rudimentale: vi si trovano tuttavia muscoli in rapporto cogli aculei e colle altre appendici tegumentali e muscoli in rapporto con apparati speciali, come ad esempio l'apparato masticatore. Pare che, secondo le ricerche moderne, le fibre muscolari degli Echinodermi siano da considerarsi come liscie.

Negli Artropodi, fatta eccezione del *Peripatus* in cui il sistema muscolare ha notevole affinità con quello dei Vermi, la muscolatura non presenta più quella disposizione assai semplice di fibre longitudinali e circolari disposte a strati, come nell'involucro dermo-muscolare dei Vermi. Le fibre muscolari si riuniscono in un numero maggiore o minore a formare fasci muscolari distinti, i quali si inseriscono nell'interno dei segmenti cavi del loro dermoscheletro.

L'ordinamento e il numero dei muscoli è negli Artropodi in rapporto strettissimo colla disposizione dei Somiti e collo svilupparsi o col ridursi delle appendici, e in particolar modo di quelle locomotrici dei Somiti stessi.

Nella stessa specie inoltre il sistema varia nei diversi stadì di sviluppo appunto perchè varia l'aggruppamento dei somiti ed il numero delle estremità.

Le fibre muscolari sono striate, salvo, a quanto pare, in pochi casi trasversalmente.

I muscoli degli Artropodi presentano, nella maggior parte dei casi, parti determinate per mezzo delle quali essi si inseriscono al dermoscheletro e che corrispondono ai tendini degli animali superiori. Non raramente queste parti diventano rigide, chitinizzandosi: talvolta la chitinizzazione si estende a tutto il muscolo.

Il sistema muscolare dei Molluschi è disposto nel suo piano generale come nei Vermi, ossia in modo da costituire una sorta di tubo o involucro dermo-muscolare. Questo sistema muscolare periferico si differenzia in determinate regioni del corpo in rapporto colla funzione di locomozione che queste regioni compiono, come ad esempio il così detto piede, i tentacoli, le braccia, ecc.

Il sistema muscolare dei molluschi è in complesso meno complicato che non quello degli Artropodi; a ciò contribuisce la conformità fondamentale degli organi locomotori e la mancanza o il piccolo sviluppo delle parti salde di sostegno. La presenza della conchiglia induce nel sistema muscolare una differenziazione speciale. Così ad esempio nei Molluschi Lamellibranchiati nei quali si hanno le due valve della conchiglia riunite fra loro da un legamento elastico che serve a tenerle divaricate, vi sono come antagonisti a questo legamento muscoli speciali disposti in uno o due fasci detti muscoli adduttori. Negli stessi Molluschi Lamellibranchiati i muscoli si sviluppano notevolmente e si distinguono in anteriori e posteriori. Nei Molluschi Gasteropodi è da menzionarsi il grande muscolo columellare. Nelle braccia dei Molluschi Cefalopodi i muscoli sono pure notevolmente sviluppati e sono distribuiti: in muscoli longitudinali che vanno dalla base all'apice di ciascun braccio, in muscoli transversi e in muscoli obliqui. Le ventose che spesso si trovano sulle braccia dei Cefalopodi hanno un sistema muscolare proprio.

Per quanto si riferisce al sistema muscolare dei Cordonî è d' uopo che lo studiamo partitamente nei tre sottotipi: Tunicati, Leptocardi e Vertebrati.

Nei Tunicati il sistema muscolare ha una disposizione molto diversa nei varî gruppi. Esso è limitato, nei Copelati, all'appendice caudale ove dorsalmente e ventralmente costituisce dei tratti longitudinali. Nelle Ascidie la muscolatura forma uno strato periferico sotto il derma e in parte anche entro il derma stesso. Le fibre mu-

scolari si dividono in longitudinali e in trasversali; le prime sono esterne, le seconde interne.

Nel gruppo dei Taliacei pure fra i Tunicati il sistema muscolare è ridotto a fasci o strisce disposte a mo' di cerchi, i quali sono da considerarsi come una modificazione dello strato muscolare periferico primitivo. Le fibre muscolari dei Tunicati sono striate.

Nei Leptocardi la muscolatura, considerata nel suo complesso, è divisibile in due masse longitudinali, laterali, separate dorsalmente e ventralmente dalle lamine derivate dallo strato scheletrogeno della corda dorsale, come già si è detto nel capitolo precedente.

Ciascuna massa muscolare laterale è divisa in masse minori alle quali si dà il nome di *miomeri*. I miomeri sono separati fra loro dai *miocomeni*, i quali danno inserzione alle fibre che corrono in linea retta dall'uno all'altro. Questa muscolatura si estende, nella parte dorsale, per tutta la lunghezza del corpo; nella parte ventrale invece si modifica nella parte anteriore in rapporto colle scheletro branchiale. Oltre a questo sistema muscolare è d'uopo ricordare nei Leptocardi: il muscolo annulare della cavità boccale, i muscoli dei tentacoli, lo sfintere anale, e le masse muscolari in rapporto col poro addominale.

Nei Leptocardi, come nei Tunicati, le fibre muscolari sono striate.

La morfologia comparata dei muscoli fra i varî gruppi di Vertebrati non può essere fatta ancora in modo soddisfacente; ci limiteremo quindi ad alcuni cenni generali.

Nei Vertebrati la disposizione generale dei muscoli è in stretto rapporto col sistema scheletrico; anzi il rapporto fra questi due sistemi di parti è tanto intimo che le modificazioni nelle parti dell'uno inducono modificazioni nelle parti corrispondenti dell'altro.

Si possono dividere i muscoli in due grandi gruppi, tenendo conto del loro sviluppo, ossia in *muscoli parietali* e in *muscoli viscerali*. I primi comprendono i

muscoli del tronco e le loro derivazioni, i muscoli delle estremità ed i muscoli del bulbo oculare; i secondi comprendono i muscoli del capo in massima parte.

Possiamo inoltre distinguere una muscolatura super-

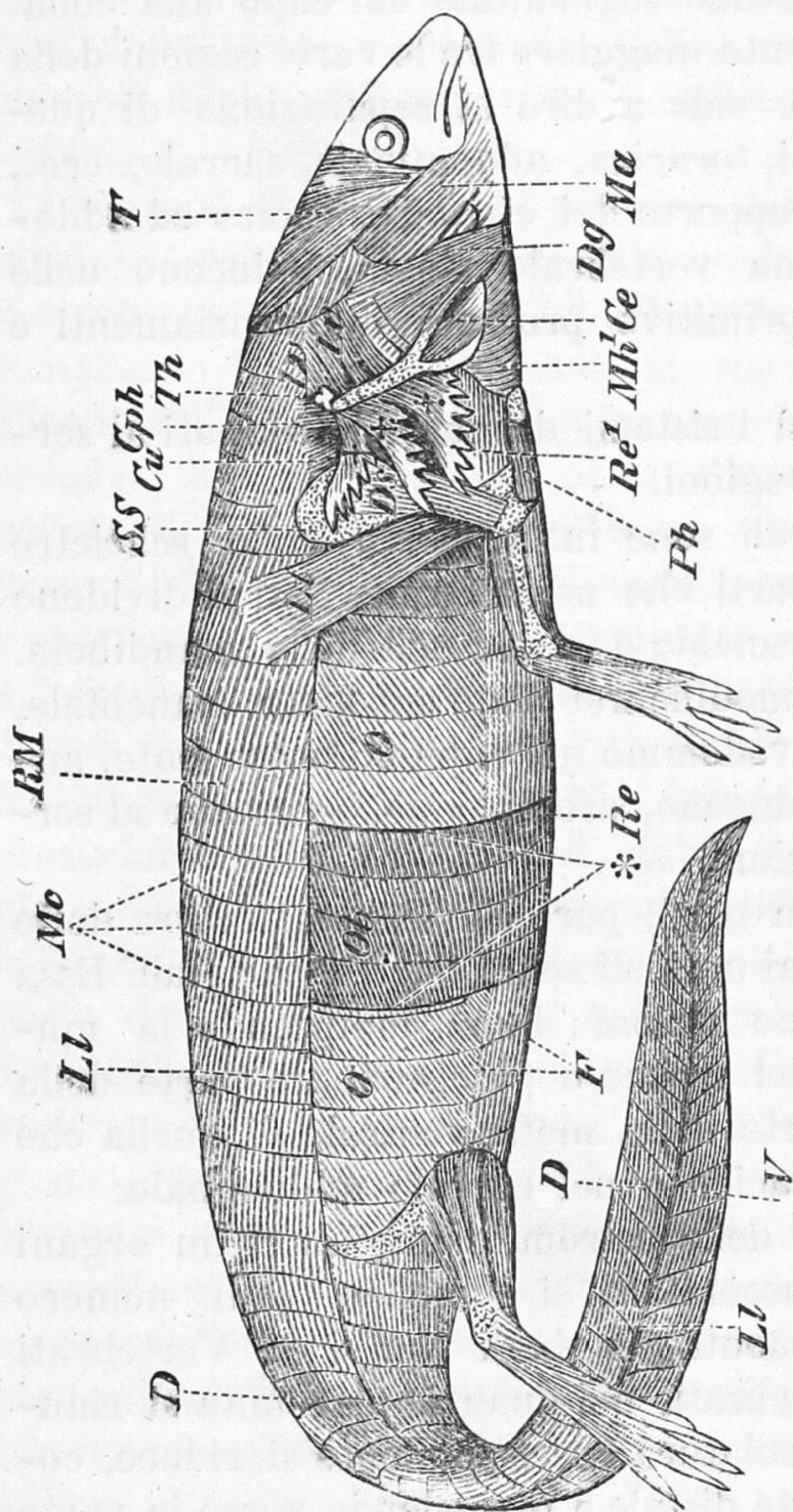



Fig. 49. — *Muscolatura completa del Siredon pisciformis* *Ll* linea laterale. *D*, *V* Metà dorsale e ventrale dei muscoli caudali, *RM* Metà dorsale della muscolatura laterale del tronco (muscoli dorsali). *O* Strato esteriore del *muscolo obliquo esterno dell' addome*, partente dalla linea laterale e dirigentesi alla fascia *F*. In * n'è asportata una porzione, in cui si vede il secondo strato *Ob* di questo muscolo. Il decorso obliquo delle sue fibre passa a retto in *Re* (differenziamento incipiente del *Rectus abdominis*). In *Re*¹ si vede il sistema del retto decorrere allo scheletro viscerale. *Mc* Miocommi della parte dorsale dei muscoli laterali. *T* Temporale, *Ma* Massetere, *Dg* Digastrico della mandibola, *Mh*¹ Miloioideo (porzione posteriore). *Ce* Cheratoioideo esterno, *Lr* Elevatore degli archi branchiali, ††† Elevatore dello branchie, *Cph* Origine cervicale del costrittore della faringe, *Th* Glandola timo. *Ll* Latissimo del dorso. *Ds* Muscolo dorsale della scapola, *Cu* Cucullare, *SS* Soprascapula, *Ph* Procoraco omerale.

ficiale o *dermatica* e una muscolatura *scheletrica*. Appartengono alla prima categoria i muscoli che sono in rapporto colle scaglie, colle penne, coi peli, e i muscoli specialmente sviluppati sul dorso e sui fianchi di vari Mammiferi, come, ad esempio, l'Echidna, il Riccio, ecc.

I muscoli della seconda categoria sono disposti, nella loro condizione più semplice, ai due lati del corpo e sono divisi in due metà, una dorsale e una ventrale. Esse sono costituite da miomeri, separati da miocommi e sono disposte in ordine segmentale dal capo alla coda.

Un differenziamento maggiore tra le varie regioni della colonna vertebrale, vale a dire la separazione di questa in varie regioni, toracica, addominale, sacrale, ecc., ed un più intimo rapporto dei cingoli toracico ed addominale colla colonna vertebrale stessa, inducono nelle masse muscolari primitive profondi differenziamenti e modificazioni.

Ne vengono così i sistemi di muscoli destinati al servizio delle varie regioni.

I muscoli viscerali sono in rapporto collo scheletro viscerale e colle parti che ne derivano. Essi si dividono in muscoli delle branchie e in muscoli della mandibola. Ne segue che col modificarsi dello scheletro branchiale, nel modo che già vedemmo nel capitolo precedente, anche i muscoli si riducono, scompaiono, o entrano al servizio di altre funzioni.

Per quanto si sa oggi, pare che la muscolatura delle estremità derivi dai muscoli scheletrici o parietali. Essa può dividersi in due sezioni: l'una comprende la muscolatura laterale del tronco e precisamente parte della metà dorsale e parte della metà ventrale di quella che sta nel cingolo toracico e nel cingolo addominale.

Col trasformarsi delle estremità nuotatrici in organi camminatori la muscolatura si complica ed il numero dei muscoli va aumentando dagli Anfibî ai Vertebrati superiori. Nei Vertebrati, nei quali le estremità si riducono, anche la muscolatura corrispondente si riduce, cominciando dalla parte distale e procedendo verso la parte prossimale dell'organo.

Nei Vertebrati superiori è d'uopo ricordare ancora: le aponevrosi che sono in intima connessione coi muscoli; le guaine fibrose, che invaginano i tendini; le guaine sinoviali che facilitano il loro scorrimento, e le borse sierose che concorrono allo stesso uffizio.

Daremo qui, come già si è fatto per lo scheletro, qualche maggior ragguaglio intorno ai muscoli striati dell'uomo. I muscoli dell'uomo e in generale dei mammiferi si possono dividere secondo la posizione che occupano in cinque gruppi principali, vale a dire: muscoli della testa, muscoli del collo, muscoli del tronco, muscoli degli arti superiori e muscoli degli arti inferiori.

I muscoli della testa si possono dividere col Sappey in undici regioni, ciascuna delle quali presiede ai movimenti di un organo. 1.° Regione auricolare, che comprende i muscoli destinati ai movimenti del padiglione dell' orecchio. 2.° Regione epicranica, che comprende i muscoli destinati ai movimenti del cuoio capelluto. 3.° Regione sopracciliare, che comprende due muscoli, il piramidale e il sopracciliare, i quali muovono i sopraccigli e i tegumenti compresi nel loro intervallo. 4.° Regione palpebrale, composta anche di due muscoli, di cui uno chiude l'orifizio palpebrale e l'altro lo dilata. 5.° Regione oculare, la quale consta dei muscoli che presiedono ai movimenti del globo dell'occhio. 6.° Regione nasale, composta da muscoli sottili, i quali muovono la pinna del naso. 7.° Regione labiale superficiale, composta dei muscoli destinati a dilatare l'orifizio boccale. 8.° Regione labiale profonda, la quale comprende i muscoli che servono a chiudere l'orifizio boccale. 9.° Regione mentoniera, la quale ha due muscoli destinati a muovere i tegumenti del mento. 10.° Regione temporo-mascellare, composta da muscoli che imprimono alla mascella inferiore un movimento di elevazione. 11.° Regione pterigoidea, la quale consta di muscoli pterigoidei che imprimono alla mascella inferiore movimenti di lateralità.

I muscoli del collo sono collocati innanzi e lateralmente alla regione cervicale della colonna vertebrale, e si possono dividere in sei regioni nel modo seguente, procedendo dalla periferia al centro: 1.° Regione cervicale superficiale, che comprende due muscoli: uno

larghissimo che copre tutte le parti antero-laterali del collo ed è chiamato pellicciaio, e uno stretto ed allungato collocato sotto al precedente, che viene detto sterno-cleido-mastoideo. 2.° 3.° Regioni sopra e sotto joidee composte di quattro muscoli ciascuna. 4.° Regione linguale costituita da molti muscoli.

La parte carnosa della lingua è composta di due corpi muscolari collocati simmetricamente a destra e a sinistra della lamina fibrosa mediana, coperti nella loro parte superiore da uno strato muscolare loro comune. Ciascun di questi due corpi muscolari è costituito da sette muscoli. 5.° Regione cervicale profonda e mediana o protovertebrale, la quale comprende tre muscoli collocati sulla faccia anteriore della regione cervicale della colonna vertebrale e della parte superiore della regione dorsale; i muscoli sono: il grande retto anteriore della testa, il piccolo retto anteriore, e il lungo del collo. 6.° Regione cervicale profonda e laterale, la quale comprende i due muscoli scaleni, i muscoli intertraversali del collo ed il muscolo retto laterale.

I muscoli del tronco si dividono in tre gruppi principali, vale a dire: muscoli della parte posteriore, muscoli dell'addome e muscoli del torace. I muscoli della parte posteriore del tronco sono disposti in tre strati distinti: uno superficiale che si estende per tutta la lunghezza e per tutta la larghezza del tronco; uno medio, meno lungo o meno largo; e uno profondo più stretto del precedente e comprendente i muscoli collocati nelle così dette doccie vertebrali. I muscoli di questo gruppo si possono inoltre suddividere in cinque regioni, le quali sono, cominciando dalla pelle: la regione lombo-occipitale, la dorso-cervicale, la cervico-occipitale superficiale, la cervico-occipitale profonda e la vertebrale.

I muscoli dell'addome hanno una parte importante nella formazione delle pareti della cavità addominale. Essi si possono dividere secondo il Sappey in cinque regioni. 1.° Una regione antèro laterale composta di cinque

muscoli che si estendono dalla base del torace alla circonferenza del bacino. 2.° La regione toraco-addominale rappresentata da un solo muscolo, il diaframma che divide la cavità toracica della cavità addominale. 3.° La regione lombo-iliaca composta di tre muscoli. 4.° La regione anale composta pure di tre muscoli che concorrono a formare la parete inferiore dell' escavazione del bacino. 5.° La regione perineale che comprende quattro muscoli annessi all'apparato riproduttore.

I muscoli del torace formano due regioni distinte: 1.° Una regione superficiale o antero-laterale composta di muscoli che si estendono dal torace all' arto superiore. 2.° Una regione profonda o parietale composta dai muscoli che fanno parte delle pareti toraciche. La prima di queste regioni comprende quattro muscoli: il gran pettorale, il piccolo pettorale, il succlavio e il gran dentato. La seconda regione comprende i muscoli intercostali esterni ed interni che completano le pareti del torace, congiungendo le coste fra di loro: i sopra costali, i sotto costali e il muscolo triangolare dello sterno.

I muscoli dell'arto toracico si aggruppano intorno ai quattro principali segmenti dell'arto e si possono dividere in: muscoli della spalla, muscoli del braccio, muscoli dell'avambraccio e muscoli della mano.

I muscoli della spalla si dividono in due regioni, una superficiale che abbraccia tutta la spalla e l'altra profonda che circonda la testa dell' omero.

La prima comprende un grosso muscolo detto il dettoide, al quale la spalla deve in massima parte il suo volume e la sua forma.

La seconda regione comprende cinque muscoli, vale a dire: il sotto scapolare, il sopra spinoso, il sotto spinoso, il piccolo rotondo e il grande rotondo.

I muscoli del braccio si dividono in quelli della regione brachiale anteriore e in quelli della regione brachiale posteriore. I primi sono il bicipite brachiale, il coraco-omerale, ed il brachiale anteriore. Nella seconda regione vi è un solo muscolo, il tricipite brachiale, il

quale è costituito di tre porzioni indipendenti nella loro estremità superiore.

I muscoli dell'avambraccio formano cinque regioni: una anteriore superficiale, una anteriore profonda, una esterna e due posteriori distinguibili pure in superficiale e profonda.

La prima e la seconda regione sono costituite ciascuna da quattro muscoli. La stessa cosa si dica per ciascuna delle altre regioni.

I muscoli della mano formano quattro regioni distinte: 1.° la regione palmare media, che comprende i quattro muscoli lombricali; 2.° la regione palmare esterna, che comprende i quattro muscoli dell'eminenza tenare; 3.° la regione palmare interna, che comprende i quattro muscoli dell'eminenza ipotenare; 4.° la regione interossea, la quale comprende i muscoli disposti a paia negli spazî limitati dalle ossa metacarpee.

I muscoli dell'arto addominale si dividono, come quelli dell'arto toracico, in quattro gruppi: in muscoli del bacino, in muscoli della coscia, in muscoli della gamba e in muscoli del piede.

Nel bacino i muscoli si dividono in quelli della regione pelvica posteriore o glutea, i quali sono il grande, il medio e il piccolo gluteo; e in muscoli della regione pelvica inferiore i quali sono sei, vale a dire: il piramide, l'otturatore interno, i gemelli, il quadrato crurale, l'otturatore esterno.

Nella coscia i muscoli sono più voluminosi e più numerosi che non nel braccio. Essi si possono distribuire in tre regioni: una posteriore, una antero-esterna ed una interna.

La prima regione consta del bicipide femorale, del semitendinoso, e del semimembranoso; la seconda ha i muscoli: tensore della fascia lata, il sartorio, il tricipite femorale.

Nella regione interna vi sono cinque muscoli: il retto interno, il pettineo, ed i tre adduttori.

I muscoli della gamba sono divisibili in quattro re-

gioni: una anteriore, una esterna, una posteriore e superficiale, una posteriore e profonda. La prima regione conta quattro muscoli, la seconda ne ha due. La terza regione ne ha in realtà uno solo, il tricipite della gamba, ma diviso in tre porzioni: due di queste il gemello ed il soleare si riuniscono inferiormente per formare un potente tendine conosciuto col nome di tendine di Achille.

Quattro sono i muscoli della regione profonda.

Nel piede i muscoli sono divisibili in cinque regioni: la dorsale che comprende un solo muscolo, il pedidio; la plantare media alla quale ne appartengono otto, la regione plantare interna con quattro muscoli, la regione plantare esterna con due muscoli e la regione interossea con sette muscoli, dei quali sei appartengono alle dita medie ed uno al quinto dito. I muscoli interossei si possono inoltre dividere in dorsali e plantari.

Fig. 51. — *Torpedo marmorata* con l'organo elettrico *E*, *S* Cranio. *Sp* Spiracolo, *KK* Branchie, *Au* Occhi.

Prima di porre termine al discorso intorno al sistema muscolare accenneremo agli organi elettrici che si trovano in varî Pesci, come la Torpedine, il Gimnoto, il Malapteruro, ecc.

Questi organi sono essenzialmente costituiti da fibre muscolari trasformate, nelle quali i nervi relativi terminano con piastrine motrici analoghe alle terminazioni motrici dei muscoli normali. Gli animali provvisti di organi elettrici possono per eccitamento volontario produrre forti scariche elettriche (fig. 51).

IV.

Sistema nervoso.

Si è nelle Meduse fra i Celenterati che comincia a profilarsi un doppio anello nervoso definito, formato da cellule e da fibre nervose. Questo anello è collocato al livello dell'inserzione del così detto *velo* ed è in rapporto cogli organi dei sensi che stanno al margine dell'ombrello. Secondo le ricerche dei fratelli Hertwig non vi sono negli anelli nervosi ora menzionati gangli distinti. Nel subombrello delle Meduse esiste secondo varî autori un plesso nervoso in rapporto coi muscoli di questa regione.

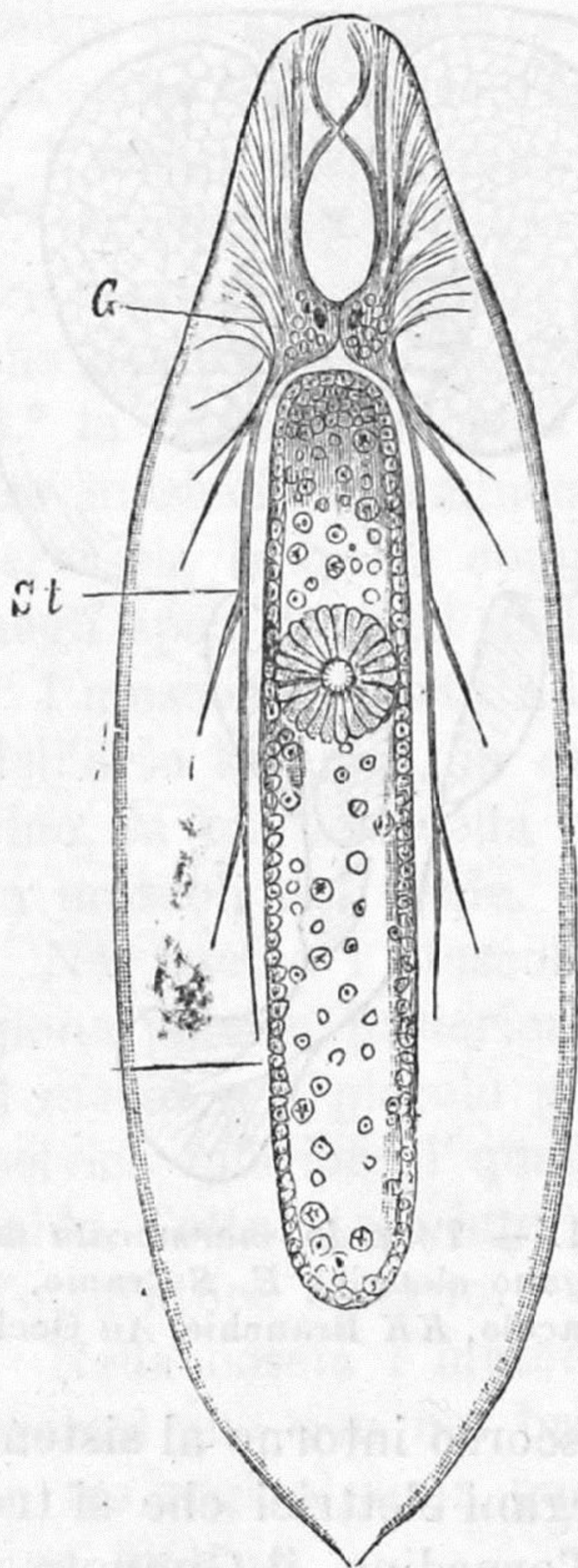



Fig. 52. — Intestino e sistema nervoso di *Mesostomum Ehrenbergii* secondo Graff, *G* I due gangli cerebrali con le macchie oculari, *St* Rami nervosi laterali, *D* Intestino, bocca ed esofago.

Nei Vermi il sistema nervoso appare, anche nei più semplici, ben localizzato e definito. Lo studio di questo sistema nei Vermi è importantissimo, poichè serve a chiarire la costituzione fondamentale dei sistemi nervosi di quei gruppi di animali che filogeneticamente derivano dai Vermi stessi.

In molti Turbellari e Trematodi fra i Vermi il sistema nervoso si presenta in una forma primitiva. Esso è costituito principalmente da due masse nervose (fig. 52) gangliari dorsali; alle quali si dà il

nome di *gangli cerebrali*, e che sono collocate nella parte anteriore del corpo. Esse sono riunite fra loro trasversalmente da una *commessura*. Da ciascuno di questi gangli parte un tronco nervoso longitudinale che corre lungo i margini laterali del corpo, rimanendo più o meno discosti fra loro.

Dai gangli e dai due tronchi nervosi ora menzionati si dipartono molti rami nervosi secondarî, i quali vanno a terminare nell'integumento, nei muscoli e negli altri organi dell'animale. Un principio di cingolo esofageo si osserva nei Turbellari; quivi i due tronchi longitudinali si presentano talvolta uniti da fine commessure trasversali.

Il sistema nervoso dei Trematodi consta di una sorta di cervello sopra esofageo costituito da due gangli riuniti da una commessura trasversale. Vi sono inoltre i nervi che partono dalla parte anteriore e dalla parte posteriore dei gangli sopradetti. I nervi anteriori sono due o quattro e si distribuiscono alla parte anteriore del corpo e alle ventose. I nervi posteriori pare siano nella maggior parte dei casi tre per ciascun lato: i due più esterni hanno una radice comune e per lo più decorrono lungo la parete ventrale, il terzo nervo di ciascun lato decorre lungo il dorso avvicinandosi fra loro nella linea mediana. Commessure trasversali uniscono fra loro questi nervi.

Nei Nemertini e nei Cestodi il sistema nervoso è pure ben sviluppato, anzi in quest'ultimi si nota una particolare complicazione del sistema nervoso dello scolice dovuta forse allo sviluppo ed alla posizione delle ventose e degli uncini, nonchè alla scomparsa del canal digerente.

Troppo lungo sarebbe il passare qui minutamente in rassegna il sistema nervoso di tutti i gruppi di Vermi: ci limiteremo perciò, dopo aver accennato, come sopra è stato fatto, al sistema nervoso delle forme più semplici, a menzionare quello delle forme più elevate del tipo, vale a dire dei Discofori e degli Anellidi.

Il sistema nervoso dei Discofori (fig. 53) consta di un cingolo esofageo e di una catena gangliare ventrale. Il cingolo esofageo è a sua volta formato da un cervello o ganglì sopra esofagei e di un ganglio sotto esofageo riuniti da due commessure laterali. Questi due centri gangliari sono formati ciascuno da due ganglì riuniti secondo la linea mediana. — Dal cervello partono i nervi che vanno agli organi dei sensi; dal ganglio sotto-esofageo partono invece i nervi che vanno alla ventosa boccale e alla faringe.

La catena gangliare ventrale è formata dalla riunione secondo la linea mediana di due cordoni nervosi, e quindi ciascun ganglio è doppio e le commessure sono pure costituite da un doppio fascio di fibre nervose. Il numero dei ganglì è variabile e può essere superiore anche a 20.

Fig. 53. — Estremità anteriore dell'*Hirudo medicinalis*, *G* cervello colla massa gangliare sopra-esofagea, *Sp* simpatico, *A* occhi, *Sb* organi cupoliformi.

L'ultimo ganglio collocato in prossimità della ventosa posteriore viene detto ganglio anale e risulta formato dalla riunione di più ganglì in numero variabile secondo i generi. Da ciascun lato dei ganglì della catena ventrale partono varî filamenti nervosi che vanno ai somiti corrispondenti.

Nei Discofori esiste inoltre un sistema nervoso viscerale che corre, in massima parte, lungo la catena gangliare ventrale.

Negli Anellidi il piano generale di struttura del sistema nervoso è analogo a quello sopradescritto dei Discofori. Esso ora è collocato profondamente nell'interno del corpo, ora può trovarsi in continuità collo strato tegumentale e talvolta è impiantato in parte nell'epidermide stessa. Il sistema nervoso, per quanto è della sua struttura intima, consta: di cellule nervose disposte esternamente e costituenti la così detta sostanza corticale, e di fibre nervose disposte internamente fra una sostanza finamente filamentosa che funziona da sostanza di sostegno. Lungo la catena gangliare in varie forme si osservano inoltre le così dette fibre giganti di derivazione e di funzione non ancora ben accertata.

È d'uopo menzionare ancora il sistema dei nervi cutanei, i quali in molti casi costituiscono dei veri plessi sotto-epiteliali formati da cellule gangliari e da fibre nervose.

È pure stato descritto un sistema nervoso stomato-gastrico formato da piccoli gangli collocati in vicinanza della faringe ed anche di varî tratti del canale intestinale.

Molti ancora sono i punti incerti e controversi che riguardano il sistema nervoso degli Echinodermi: ci limiteremo perciò a dare un' idea della disposizione delle parti fondamentali.

Il sistema nervoso degli Oloturidi consta di cinque rami ambulacrali riuniti alla loro estremità superiore da un anello commessurale che circonda l'apertura boccale. Da questi tronchi partono i rami che vanno ai pedicelli ed alle parti periferiche del corpo. Dal cingolo nervoso peri-boccale partono i rami che vanno ai tentacoli, alle parti dell'apertura boccale ed al canal digerente. Negli Echinidi regolari il sistema nervoso consta di un anello pentagonale collocato intorno alla bocca e di cinque tronchi nervosi che partono da esso e vanno alle zone ambulacrali.

Dalle ricerche del Frideriq sulla fisiologia di queste parti risulta che negli Echinidi non esiste un sistema

nervoso centrale propriamente detto, ma che le diverse parti del sistema nervoso possono funzionare separatamente. Il cingolo pentagonale peri-boccale serve solamente alla coordinazione dei movimenti (fig. 54).

Una disposizione di parti analoga si trova negli Stelleridi, nei Ofiuridi e nei Crinoidi.

Il sistema nervoso degli Artropodi, considerato nelle sue parti principali, si dimostra essere strettamente affine a quello degli Anellidi. Le parti principali sono: un ganglio cefalico o cervello, dal quale partono due commessure che circondano lateralmente l'esofago e si uniscono con un gaglio ventrale, costituendo così un cingolo esofageo; una catena gangliare ventrale, formata di gangli uniti da commessure, la quale parte dal ganglio inferiore del cingolo esofageo e si estende lungo il corpo; un sistema nervoso periferico formato da numerosi nervi che si originano dai gangli del cingolo esofageo e della catena ventrale e si portano agli organi dei sensi ed ai muscoli; un sistema nervoso detto del simpatico.

Fig. 54. — Schema del sistema nervoso di una stella di mare. *N* Anello nervoso che unisce i cinque rami nervosi ambulacrali.

Lo sviluppo e la disposizione rispettiva delle parti ora menzionate variano molto, e le variazioni si possono ritenere indotte dalle principali cause seguenti: sviluppo o riduzione degli organi dei sensi; modificazioni indotte dal parassitismo; variazioni nel numero e nell' accentramento dei somiti con maggiore sviluppo o riduzione delle appendici corrispondenti.

Esaminiamo ora brevemente l'andamento del sistema nervoso nei gruppi principali di Artropodi.

Nel *Peripatus* fra gli Onicofori il sistema nervoso si trova in una condizione di spiccata inferiorità che lo avvicina assai a quello dei Nemertini fra i Vermi. Esso è formato da due ganglî cerebroidi sopra faringei, i quali mandano anteriormente nervi alle antenne, agli occhi e alle parti boccali, e posteriormente emettono due cordoni che circondano lateralmente la faringe e si portano nella parte ventrale, ravvicinandosi un po' fra loro: due commessure fibrillari li riuniscono insieme e per tal modo si costituisce una specie di cingolo perifaringeo. I due rami vanno fino alla estremità posteriore del corpo dove si uniscono insieme per mezzo di un prolungamento trasversale. Questi due cordoni mandano nervi alle zampe ed agli altri organi.

Il sistema nervoso dei Crostacei si presenta nella sua condizione primitiva probabilmente nei Fillopodi nei quali il numero dei ganglî della catena è notevole e in cui i due cordoni della catena stessa sono spiccatamente separati. Da questa disposizione di parti si va per mezzo di molti stadî di passaggio a quella di massimo accentramento dei ganglî ventrali che si trova nei Brachiuri fra i Crostacei superiori. Nelle forme di Crostacei schiettamente parassitiche si osserva una concentrazione grandissima del sistema nervoso; il cervello e la catena gangliare ventrale si riuniscono in una massa sola disposta a cingolo intorno all' esofago.

I concentramenti di varî ganglî in determinate regioni del corpo si fan più spiccati negli Aracnidi, nei quali è eziandio caratteristico il fatto della stretta connessione dei ganglî cerebrali colla catena gangliare ventrale. Negli Acarini anzi il sistema nervoso è completamente accentrato in una massa sola.

Nei Miriapodi il numero dei ganglî della catena ventrale è spesso molto grande, il che è in rapporto coi somiti del corpo, che spesso sono pure assai numerosi. Non raramente gli ultimi ganglî della catena gangliare si riuniscono in una massa sola.

Nell'estesissimo gruppo degli Insetti la condizione pri-

mitiva del sistema nervoso, pel numero e per la separazione dei gangli si trova generalmente solo nello stato larvale ed è notevole l'affinità che vi è fra la disposizione del sistema nervoso delle larve di molti Insetti e quella del sistema nervoso dei Miriapodi.

Negli Insetti i varî gangli della catena ventrale si riuniscono più o meno fra loro e danno origine a gangli più grossi. In generale l'accentramento maggiore dei gangli si fa nel torace dove spesso i tre gangli corrispondenti ai tre segmenti o somiti del torace si fondono in un ganglio solo.

È d'uopo osservare inoltre che nella stessa specie l'accentramento dei gangli della catena varia secondo lo stadio di sviluppo. La differenza, come facilmente si comprende, è maggiore negli insetti che hanno metamorfosi compiuta che non in quelli che hanno metamorfosi incompiuta. L'accentramento va in generale progredendo dallo stadio di larva a quella di Insetto perfetto.

Fig. 55. — Sistema nervoso di larva di *Coccinella* secondo Ed. Brandt. *Gfr* Ganglio Frontale. *G* Cervello, *Sg* Ganglio sub-esofageo, G^1 a G^{11}, Gli 11 gangli della catena ventrale nel torace e nell'addome.

Molti lavori moderni intorno alla struttura dei gangli cerebroidi sopra-esofagei o cervello degli Insetti hanno fatto conoscere per queste parti una complicazione notevole di struttura, che qui tuttavia non ci è possibile esporre, senza uscire dall'indole elementare di questo libro (fig. 55-56).

Anche il sistema nervoso dei molluschi, come quello degli Artropodi si rannoda con quello dei Vermi per mezzo delle dispo-

sizioni di struttura che si osservano nelle forme più semplici del tipo dei Molluschi stessi. Il sistema nervoso invece delle forme più elevate dei Molluschi, per notevoli mutamenti avvenuti in seguito a riduzione di alcune parti, per sviluppo maggiore di altre o per nuove connessioni delle varie parti fra loro, è più difficilmente comparabile con quello dei Vermi.

Le parti principali del sistema nervoso dei Molluschi sono: una massa gangliare sopra-esofagea o cerebrale; una massa gangliare ventrale; ganglî inferiori o del piede, riuniti colla precedente da commessure.

Queste due masse nervose principali risultano alla loro volta costituite dall'unione di due masse pari. La massa superiore corrisponde ai ganglî cerebrali dei Vermi e la massa ventrale può considerarsi come omologa ad una catena gangliare ventrale, nella quale i gangli sono accentrati in una massa sola.

Si giunge a questa conclusione mediante lo studio del sistema nervoso dei Molluschi Anfineuri, nei quali sono evidenti gli accenni ad una vera catena di ganglî omologa alla catena gangliare ventrale dei Vermi.

Fig. 56. — Sistema nervoso dell'insetto perfetto (*Coccinella*) secondo Ed. Brandt. *Ag* Ganglio oculare. Le altre lettere come nella figura 55.

Nello studio del sistema nervoso dei Molluschi è d'uopo tener conto ancora del sistema nervoso viscerale molto sviluppato e che dà nervi agli organi della circolazione, della respirazione, della escrezione, ecc.

I gangli del sistema nervoso viscerale, avvicinandosi più o meno al sistema nervoso centrale ed anche spesso riunendosi agli stessi gangli cerebrali, vengono a rendere meno facile in molti casi l'interpretazione del sistema nervoso dei Molluschi.

I gangli cerebroidi variano di sviluppo secondo che è ben sviluppato o manca un capo con organi dei sensi: così ad esempio nei Lamellibranchi i gangli cerebroidi offrono uno scarso sviluppo, mentre ciò non avviene nei Gasteropodi.

Nei Cefalopodi le masse gangliari distinte negli altri Molluschi si avvicinano molto fra loro e formano come un anello che circonda l'esofago chiuso entro ad una capsula cartilaginea, che noi già abbiamo esaminata nel capitolo precedente, parlando dello scheletro interno.

La massima concentrazione del sistema nervoso fra i Cefalopodi è presentata dai Dibranchiati.

Nel tipo dei Cordonii il sistema nervoso si differenzia notevolmente da quello dei Vermi, degli Artropodi e dei Molluschi. Esso è collocato nella regione dorsale dell'animale. È d'uopo che lo esaminiamo brevemente nei tre sottotipi, Tunicati, Leptocardi e Vertebrati.

Nei Copelati, fra i Tunicati, e in quelle larve che hanno appendice caudale, il sistema nervoso consta di un ganglio anteriore allungato il quale presenta tre ringonfiamenti. Da esso parte un prolungamento a mo' di cordone che si estende dalla regione dorsale fino alla estremità della coda dove si hanno uno o più rigonfiamenti gangliari. Dal ganglio anteriore, dal tratto allungato dorsale e dai gangli terminali posteriori si diramano numerosi nervi. La perdita della coda larvale, passando l'animale allo stato adulto, induce mutamenti notevoli nel sistema nervoso della larva. Si può dire in generale che il cordone nervoso dorsale scompare e il ganglio anteriore si fà più voluminoso. Quest'ultimo assume in certi casi, come ad esempio nel genere Salpa, la forma di una massa unica dalla quale partono raggiatamente molti nervi.

Nei Tunicati è stato descritto anche un sistema nervoso viscerale, il quale consiste in un cordone gangliare che dall'estremità posteriore del ganglio nervoso centrale va alla massa viscerale.

Nei Leptocardi il sistema nervoso è più sviluppato che non nei Tunicati, e può essere diviso in due parti: nel sistema nervoso centrale o midollo spinale e nel sistema dei nervi periferici.

Il sistema nervoso centrale è collocato nel canale neutrale della corda dorsale, che già venne descritta nel capitolo precedente. Esso si presenta più ingrossato verso la regione mediata del corpo; verso l'estremità anteriore si allarga alquanto e con esso si allarga il tubo midollare interno, verso l'estremità posteriore si termina in una sorta di bottone rivolto verso l'alto. A costituire il midollo spinale concorrono fibre e cellule nervose. Le cellule sono poste nella parte centrale intorno al canale midollare e le fibre occupano la maggior parte della massa dell'organo.

Il midollo spinale è avvolto da una membrana assai sottile che riveste pure il canale centrale dove presenta ciglia vibratili.

Il sistema dei nervi periferici si divide in nervi sensorî e nervi motorî.

I nervi che partono dalla porzione anteriore del sistema nervoso centrale e che si originano a paio allo stesso livello sono nervi sensorî. Gli altri nervi si suddividono in motorî e sensorî e le loro origini alternano di livello.

I nervi sensorî hanno origine con una radice stretta nel lato superiore laterale del cordone nervoso, mentre i nervi motorî hanno una radice più ampia che è al margine inferiore laterale.

Il sistema nervoso dei Vertebrati può dividersi in: sistema nervoso, centrale, sistema nervoso periferico e sistema nervoso simpatico.

Il midollo spinale, che già abbiamo esaminato nei Leptocardi, dà luogo nei Vertebrati ad una dilatazione della

sua porzione anteriore che successivamente modificandosi costituisce il cervello colle varie sue parti (fig. 57).

Dapprima il midollo spinale ha ad un dipresso eguale grossezza per tutto il suo decorso, ma in poi presenta specialmente nella regione toracica e lombare rigonfiamenti particolari dai quali partono grossi nervi che vanno agli arti.

Il midollo spinale si estende più o meno lungo la colonna vertebrale verso la parte posteriore. Il suo raccorciarsi incomincia dalla regione posteriore e procede più o meno secondo i varî gruppi di Vertebrati. In quelli dove questo raccorciamento è notevole, come, ad esempio, negli Anfibî Anuri, negli Insettivori, nei Chirotteri, nei Primati l'estremità posteriore del midollo spinale presenta un ciuffo di nervi che costituiscono la così detta coda equina. La porzione anteriore allargata del midollo spinale, la quale, come sopra è stato detto, corrisponde all'inizio del cervello, si divide in breve in tre parti o vescicole che sono: la vescicola anteriore, la vescicola mediana e la vescicola posteriore. Lo spazio che queste vescicole delimitano corrisponde ai ventricoli, che si formano più tardi, ed è in connessione diretta col

Fig. 57. — Cervello e midollo spinale di un piccione. *H* Cervello, *Cb* Eminenze, *C* Cervelletto, *Mo* Midollo allungato, *Sp* Nervi spinali.

canale centrale del midollo spinale. Da queste tre vescicole cerebrali primitive se ne formano poi altre in guisa che in un ulteriore stadio di sviluppo il cervello ne conta cinque così disposte, a partire dalla regione anteriore: 1.ª vescicola o cervello anteriore secondario o prosencefalo, 2.ª vescicola o cervello intermedio o talamencefalo, 3.ª vescicola o cervello medio o mesencefalo, 4.ª vescicola o cervello posteriore o epencefalo o cervelletto, 5.ª vescicola o cervello terminale o retrocervello, o midollo allungato.

Il cervello anteriore si divide poscia in due emisferi e da esso provengono i lobi olfattorî. Gli emisferi sono particolarmente sviluppati nei Mammiferi e sopratutto nell' uomo. Anzi si può ritenere che lo sviluppo di queste parti è tanto maggiore, quanto più sviluppata ed estesa è la vita psichica. Nei Mammiferi si formano i solchi e le circonvoluzioni nella parte superficiale degli emisferi stessi i quali servono ad aumentare la superficie della sostanza grigia.

Appartengono al cervello intermedio: i così detti talami ottici, le vescicole oculari primitive, e l' epifisi del cervello o ghiandola pineale che le ricerche moderne hanno dimostrato essere un residuo dell' occhio parietale dei Vertebrati primitivi. Questo occhio è ben evidente anche in varî gruppi di Vertebrati attuali.

Il cervelletto si divide nei Vertebrati superiori in due emisferi ed in un segmento mediano, il così detto verme, che li unisce. Nella regione del midollo allungato si trova la maggior parte delle origini dei nervi cefalici.

Il cervello ed il midollo spinale sono avvolti da speciali involucri o membrane che si originano per differenziazione dello strato connettivo che sta fra essi e le pareti scheletriche. Queste membrane sono due nei Pesci, vale a dire: la *dura madre* che ricopre la superficie interna della capsula cranica, e la *pia madre* che ricopre direttamente le masse nervose. Nei Vertebrati superiori, per il doppiarsi della pia madre là

dove vi sono delle insenature, si ha inoltre la *aracnoidea.*

A queste membrane si dà anche il nome di *meningi* (Fig. 58).

Nei Ciclostomi le singole parti del cervello sono disposte ad un dipresso su di un solo piano e in complesso si può dire che in questi animali il cervello ci presenta una conformazione primitiva che si incontra an-

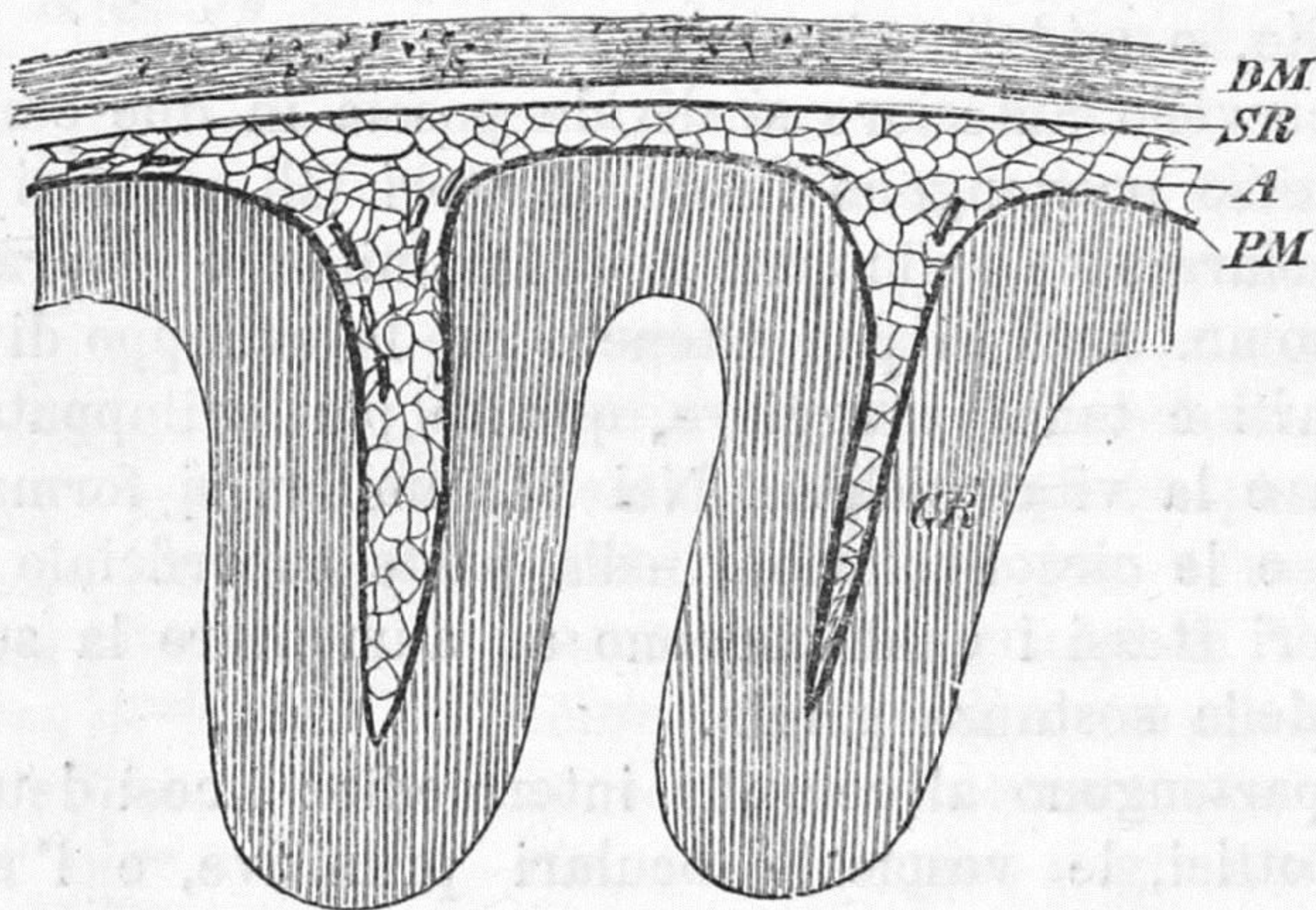



Fig. 58. — *Meningi dell'uomo* (da SCHWALBE). *DM* Dura madre, *SR* Spazio subdurale, *A* Aracnoidea, *PM* Pia madre, *GR* Sostanza grigia corticale.

che nei Vertebrati superiori; ma solo allo stadio embrionale.

Nei Selaci le varie regioni del cervello presentano un maggior sviluppo che non nei Ciclostomi. Il cervello, considerato nel suo complesso, ora è allungato e ora invece è più o meno compresso. Inoltre i lobi olfattori sono notevolmente grossi e in essi si continuano i ventricoli. Pure assai voluminoso è il cervello posteriore, che può dividersi in varî lobi e ricoprire più o meno il cervello terminale.

Nei Teleostei il cervello, paragonato con quello dei Selaci, si presenta più piccolo e varia moltissimo da gruppo a gruppo e come dice il Wiedersheim esso appare nel

suo insieme come una formazione quasi indipendente e come l'ultimo prodotto di una lunga serie di forme di sviluppo, di cui non si può per ora indicare il punto di partenza.

Il cervello degli Anfibî si collega con quello dei Pesci per mezzo del cervello dei Dipnoi.

Negli Anfibì, fa notare pure il Wiedersheim, il cervello non forma un grado di passaggio a quello dei Rettili, ma si presenta come una formazione a sè. Complessivamente considerato il cervello degli Anfibì è semplice assai, sopratutto per quanto riguarda il cervello intermedio ed il cervello medio, parti queste che si presentano assai complicate nei Pesci.

Edinger dimostrò che si è nel cervello dei Rettili che comincia a trovarsi una corteccia cerebrale a tre strati con cellule piramidali che sta nel lato dorsale degli emisferi e alla quale è d'uopo riferire per tutte le forme più elevate di Vertebrati fino all'uomo le funzioni psichiche. Gli emisferi sono bene sviluppati, il che è indizio di organizzazione cerebrale elevata; ciò si riconosce anche dal fatto che le singole parti del cervello sono sovrapposte. La così detta ghiandola pineale ha nei Sauri, fra i Rettili, una conformazione la quale ricorda assai bene quella primitiva di questo organo, vale a dire presenta parti indubbiamente riferibili a quella di un occhio. Lo studio della ghiandola pineale dell'*Hatteria* è a questo riguardo particolarmente istruttivo.

Il cervello degli Uccelli, confrontato con quello degli altri Vertebrati, presenta uno sviluppo grandissimo del ganglio fondamentale del cervello anteriore. La ghiandola pineale è in gran parte degenerata nelle sue pareti in tessuto connettivo: essa inoltre viene talvolta spostata dallo svilupparsi del cervello anteriore, di guisa che non raramente è rivolta in alto e un po' all'indietro.

Gli Uccelli fossili del periodo cretaceo, i quali possedevano denti, come ad esempio il genere *Hesperornis*, avevano un cervello assai piccolo con piccolissimi emisferi, il quale perciò si avvicinava a quello dei Rettili.

attuali molto più del cervello degli Uccelli attualmente viventi.

Il cervello dei Mammiferi rassomiglia nei suoi stadî embrionali a quello dei Rettili e degli Uccelli; a sviluppo completo, la regione corticale del cervello anteriore si

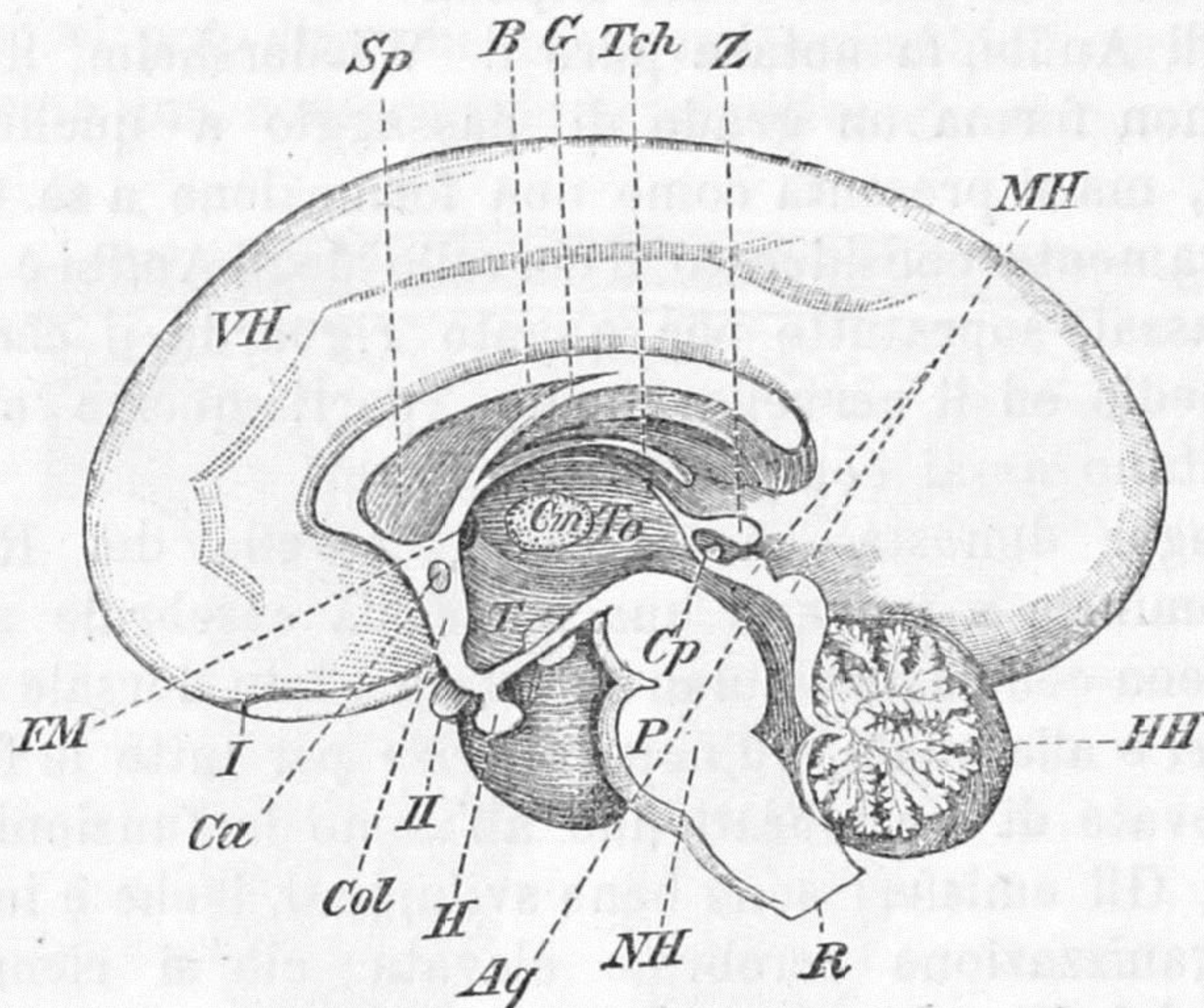



Fig. 59. — *Cervello dell'uomo*, Sezione mediana, *VH* cervello anteriore, *To* Talamo ottico (cervello intermedio) con la commessura mediana *Cm*. *Z* Glandula pineale, *T* Infundibolo. *H* Ipofisi, *MH* Cervello mediano con l'acquedotto di Silvio *Aq*. anteriormente la commessura posteriore *Cp* *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale col ponte. *P*, *R* Midollo spinale, *B* Travi, *G* Volta che dall'avanti e al basso va a finire nella columella (*Col*); *Ca* Commessura anteriore, tra esse e il bulbo ottico (*To*) il foro Monroi (*FM*), *Tch* Tela corioidea, *I* N. olfattorio, *I* nervo olfattorio, *II* nervo ottico.

sviluppa molto e ricopre, talvolta increspandosi, la massima parte od anche tutto il cervello (Fig. 57-60).

Parliamo ora brevemente del sistema nervoso periferico. Questo sistema nervoso mette in rapporto la periferia del corpo col sistema nervoso centrale e consta di due serie di nervi: *nervi motorî e nervi sensorî.* I nervi si possono ancora dividere, secondo la loro posizione rispetto al sistema nervoso centrale, in nervi cerebrali e in nervi spinali. Questi ultimi derivano o dalla metà dorsale o dalla metà ventrale, cosicchè per

ogni segmento teorico del corpo si può indicare un paio superiore di nervi con fibre sensorie ed un paio inferiore di nervi con fibre motrici. La condizione primitiva dei nervi spinali si è che essi sono disposti metamericamente. La metameria viene però a mutarsi più o meno profondamente, poichè i nervi spinali si riuniscono fra loro a gruppi e costituiscono i così detti plessi come: il plesso cervicale, il plesso brachiale, il plesso lombare, il plesso sacrale.

Gli Autori son tuttora molto discordi intorno all'origine del sistema nervoso periferico. Si può tuttavia ritenere, in linea generale, che i nervi cefalici hanno la stessa origine dei nervi spinali.

Fig. 60. — *Circonvoluzioni cerebrali dell'uomo*, da A. Ecker
Lf, *Lp*, *Lo*, *T* Lobo frontale, parietale, occipitale, temporale
a, b, c Circonv. frontale superiore: mediana ed estesa, *X*, β *I* Circonv. centrale anter. e poster. divisa dal solco di Rolando (*R*), *cm* Solco calloso-marginale, *PP*¹ Circonv. parietale esterna e interna, divise dal solco interparietale (*I*), *Po* Solco parieto-occipitale, *FS* Fossa di Silvio. 1-3 Circonv. temporale superiore mediana e inferiore, *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello Cervello terminale, *R* Midollo.

Il sistema nervoso simpatico è una derivazione del sistema spinale. Esso dà nervi al sistema dirigente, al sistema circolatorio, ecc. Molte questioni rimangono da chiarire intorno al sistema nervoso simpatico dei Vertebrati.

V.

Organi dei sensi.

Secondo il Lendenfeld, le spugne calcaree sarebbero i più semplici fra gli animali Metazoari provvisti di cellule di senso. Questo Autore ha descritto cellule speciali, piccole, variamente disposte, le quali mandano i loro prolungamenti entro a piccole protuberanze esterne, le quali funzionerebbero da vere ciglia o peli di senso; sono tuttavia a tal proposito desiderabili maggiori ricerche.

Nei Celenterati la presenza di veri organi di senso è ben accertata. Il senso del tatto è il più diffuso e si compie principalmente dalle cellule di senso munite di un filamento sottile, le quali sono collocate esternamente nell'anello nervoso, sopra certi tentacoli e sui filamenti pescatori. Sull'orlo del disco delle Trachimeduse si avrebbero dei veri pettini tattili.

Nelle Meduse si trovano veri organi visivi e veri organi uditivi, i quali vengono anche indicati colla denominazione generale di corpuscoli marginali.

Gli organi visivi vengono detti anche occelli. Questi organi collocati alla base dei tentacoli sono essenzialmente costituiti da piccoli ammassi di pigmento con o senza corpo lenticolare. In qualche specie l'occello ha struttura più complessa, così ad esempio nel genere Lizzia esso ha un cristallino, che è un semplice inspessimento dello strato cuticolare, ed un bulbo. Quest'ultimo consta di tre sorta di elementi, vale a dire: di cellule pigmentali, di cellule di senso, che presentano già il principio di un differenziamento corrispondente ad un bastoncino retinico, e di cellule gangliari.

Le vescicole uditive sono collocate sopra uno degli anelli del sistema nervoso e sono riferibili a due tipi fondamentali di struttura. Il più semplice consta di una piccola cavità tappezzata, nella parte periferica da cel-

lule contenenti ciascuna un otolite, e nella sua parte centrale da cellule di senso differenziate in cellule uditive. Questa cavità può trasformarsi in vescicola chiusa, in alcuni casi, come ad esempio nel genere *Aequorea*. L'organo uditivo del secondo tipo consta di un piccolo tentacolo coperto alla sua base da cellule uditive ed ingrossato all'apice a mo' di clava. Questo tentacolo, in alcune specie, viene racchiuso entro ad una sorta di vescicola uditiva da ripiegature epiteliali. Anche nei Vermi come nei Celenterati gli organi dei sensi dei quali è sicura l'esistenza e dei quali è più nota la struttura sono: gli organi del tatto, quelli della vista e quelli dell'udito.

Nei Platelminti troviamo che la pelle dei Turbellari ed anche, a quanto sembra, dei Trematodi è sede di una sensibilità tattile abbastanza sviluppata per la presenza di bastoncini o peli tattili o coni tattili. La stessa cosa si può dire per la classe dei Rotiferi, per la classe dei Briozoi e sopratutto per quella dei Chetognati. Nella Classe dei Nematelminti la vita parassitica induce una riduzione notevole negli organi dei sensi ed anche di quelli del tatto. Si possono tuttavia menzionare le papille tattili cefaliche e caudali o laterali, i coni epidermici (nei Gordii), ecc. Nei Discofori sono da ricordarsi i così detti organi caliciformi, i quali forse servono come organi di tatto, e secondo qualche autore, come organi di olfatto. Essi si trovano in prossimità degli occhi e consistono in piccoli infossamenti colle pareti formate da cellule epidermiche modificate e col fondo costituito da grandi cellule a contenuto chiaro.

Gli organi del tatto pigliano uno sviluppo notevole nella classe degli Anellidi; il che è in rapporto diretto della vita libera di questi Vermi.

Gli organi del tatto sono ora tentacoli, ora cirri, ora peli rigidi, ora setole: ora essi risiedono in certe verruche della pelle, ora sono collocati nelle così dette elitre. Gli organi così detti laterali dei Capitellidi sono pure organi di tatto e sono notevoli per la presenza

di un ciuffo di peli rigidi che vengono mandati fuori a volontà dell'animale da una fessura dell'integumento.

Anche negli Echinodermi gli organi tattili sono i più diffusi fra tutti gli organi di senso. I tentacoli, le pedicellarie, i pedicelli, gli sferidì, parti delle quali già si è detto parlando dell'integumento di questi animali, più o meno efficacemente funzionano da organi di tatto e presentano cellule di senso in rapporto con fibre nervose.

Negli Artropodi gli organi del senso del tatto sono molto sviluppati e presentano struttura molto diversa non solo nei varî gruppi di Artropodi, ma anche nelle varie parti dello stesso animale: tuttavia tutte le forme di organi di senso tattile si possono schematicamente ridurre alla struttura tipica dei così detti peli o bastoncini tattili (fig. 61). Queste formazioni, tenendo conto solo delle loro parti essenziali, consistono: 1.° in un pelo, per lo più cavo internamente, nel quale penetra l'estremità di un filamento nervoso; 2.° nelle cellule dello strato epidermico che generano il pelo e che sono sotto allo strato cuticolare; 3.° di cellule di senso che mandano i prolungamenti nervosi nel pelo. Organi di senso costituiti secondo il piano generale ora descritto sono destinati negli Artropodi a compiere le funzioni non

Fig. 61. Nervo *N* con cellule gangliari *G*, sotto le setole tattili *Tb* dalla cute della larva di *Corethra plumicornis.*

solo del senso del tatto, ma anche quelle del senso del gusto e del senso dell' odorato. La qual cosa rende spesso assai incerta la determinazione fisiologica dei così detti peli o bastoncini di senso.

I peli o bastoncini di senso ora sono disseminati qua e là sulla superficie del corpo, ora si riuniscono in parti determinate come ad esempio sulle antenne, sui palpi, ecc. Ora i peli di senso sporgono liberi sulla superficie dell'integumento, ora invece stanno entro a cripte, a fossette formate da rialzi cuticulari, i quali servono loro di orgaui di protezione. Negli Artropodi non sono rari i casi di differenze notevoli di sviluppo di questi organi di senso nei due sessi.

Nei Molluschi il senso del tatto si compie mediante organi foggiati, per quanto riguarda le loro parti essenziali, come quelli dei Vermi. Questi organi si trovano nelle varie parti non coperte da conchiglia e spesso si accumulano sopra tentacoli, o prolungamenti speciali del mantello. Non raramente si hanno peli o setole di senso. In alcuni Molluschi e precisamente nell'Ordine dei Placofori della classe degli Anfineuri le piastre articolate della conchiglia presentano numerose aperture circolari entro le quali stanno, secondo le ricerche del Moseley, organi tattili speciali.

Numerose cellule di senso, sparse fra le cellule dell'epitelio cutaneo, si trovano nei Molluschi Gasteropodi e Cefalopodi: in questi ultimi anzi pare che le ventose stesse siano sede talvolta di numerose cellule di tal fatta: ma intorno alla morfologia e al funzionamento di queste cellule si è ben lungi dall' avere oggi cognizioni sufficienti.

Nei Leptocardi, fra i Cordoni, gli organi del senso del tatto si riducono a cellule di senso in rapporto esternamente con peli rigidi ed internamente colle terminazioni dei nervi periferici. Questi organi si trovano sulla natatoia anteriore e sulla natatoia posteriore. Organi simili a questi pare si trovino pure sopra varie parti dell'apparato boccale.

Nei Vertebrati gli organi del senso del tatto sono per lo più diffusi su tutta la superficie del corpo, mostrandosi però riuniti in maggior numero sopra alcune parti, alle quali comunemente si suol dare appunto la denominazione di *organi del tatto.*

Gli organi di senso tattile sono molto variamente conformati nei Vertebrati, ma tuttavia essi si possono riunire in varî gruppi, tenendo conto della loro struttura fondamentale. I così detti organi tattili o bastoncini ci presentano la condizione primitiva degli organi di senso tattili e sono paragonabili agli organi analogi che già vennero descritti negli Invertebrati.

Fig. 62. — *a* Cellula tattile composta della punta del becco dell'anitra, secondo Merkel. *b* Papilla tattile dell'uomo con i corpuscoli tattili e loro nervi (*N*).

Si è nei Pesci e negli Anfibî che noi troviamo principalmente tali organi. Essi constano di una riunione di cellule di senso che portano alla loro estremità libera un prolungamento peliforme e che sono in comunicazione con un filamento nervoso. Queste cellule sono circondate da altre che funzionano da organi di sostegno e di protezione. Gli organi di senso tattili talvolta sono in rapporto con prolungamenti a tubo della pelle, con scaglie modificate, ecc. Così ad esempio gli organi laterali riuniti a formare le così dette linee laterali dei Pesci delle larve degli Anfibî ed anche di qualche Anfibio adulto, che dal Leydig vennero creduti organi di un sesto senso, così pure i così detti sacculi nervosi dei Ganoidi e le ampolle dei Selaci, le ampolle di Lorenzini, le vescicole di Savi, ecc.

Un' altra serie di organi tattili è quella dei così detti bottoni terminali, spesso sviluppati a mo' di cupola sopra l'epidermide. Questi organi sono costituiti, come quelli serie precedente, da una parte centrale formata da cellule di senso e da una parte periferica formata da cellule di sostegno e di protezione.

Nei Pesci gli organi di tal fatta sono frequenti sopratutto sulle pinne, sui barbigli e nella cavità boccale. Essi vengono indicati anche colla denominazione di *organi ciatiformi*.

a b

Fig. 63. — *a* Clava terminale della congiuntiva del bulbo dell'Elefante, secondo W. Krause; *b* Corpi del Pacini del mesenterio di un gatto, secondo Echer.

Diciamo ora dei corpuscoli tattili propriamente detti. La condizione più semplice di tali organi pare si trovi nelle così dette macchie tattili della pelle degli Anfibî anuri, le quali sono costituite da gruppi di cellule tattili. Il corpuscolo tattile si complica poi coll'aggiunta di una guaina connettiva più o meno stratificata che avvolge e talvolta separa le varie cellule. I corpuscoli così foggiati sono molto frequenti nei Vertebrati ora su tutto il corpo, ora solo in talune regioni. Appartengono a questa categoria i corpuscoli di Meissner, i corpuscoli di Grandry, i corpuscoli di Vater o di Pacini, ecc. Questi ultimi si trovano nello stato profondo del derma e possono trovarsi anche in varî organi delle grandi cavità del corpo, come, ad esempio, nel mesentere, nel pancreas, nel mesocolon, ecc.

Ricorderemo inoltre, fra le numerose maniere di terminazioni nervose, le clavi terminali di Krause, che constano di cellule riunite in una massa granulosa entro la quale terminano i filamenti nervosi; ad esempio i corpuscoli articolari.

Nell'uomo i corpuscoli tattili di Meissner si trovano nelle papille della cute e specialmente al polpastrello del dito. I Corpuscoli di Pacini o di Vater si trovano negli strati più profondi della cute alle opposte superfici digitali del palmo della mano ed alla pianta del piede. Esse sono in rapporto con finissime ramificazioni di nervi che si suddividono e giacciono nello spessore del tessuto connettivo. Le clavi terminali di Krause si trovano invece nell'uomo nelle mucose di varie parti del corpo, ed anche nelle membrane sinoviali delle articolazioni; venendo in tal caso designate anche colla denominazione di *corpuscoli articolari.*

Prima di parlare degli organi della vista e degli organi dell' udito diremo qui degli organi dell' olfatto e di quelli del gusto, i quali nella loro struttura si avvicinano molto agli organi di senso tattili.

Gli organi del senso dell' olfatto e del gusto sono poco noti nella maggior parte degli animali inferiori. Negli Artropodi si considerano come organi di senso dell' olfatto certi peli in rapporto con cellule di senso e con filamenti nervosi che si trovano, ad esempio, sulle antenne.

Si considerano come organi del gusto altri peli conformati a un dipresso come i precedenti, che si trovano nei palpi sulle labbra e nelle regioni vicine alla bocca. Ma tutto ciò deve ancora essere più ampiamente studiato. Anche intorno agli organi dell' olfatto e del gusto dei Molluschi vi sono molte incertezze. Nei Leptocardi fra i Cordonì venne descritto dal Köllicher un organo olfattivo il quale consiste in una fossetta cigliata collocata al lato sinistro della regione anteriore. La funzione tuttavia di questo organo non è ben sicura.

Nei Vertebrati gli organi olfattorì si possono ritenere

schematicamente costituiti da infossamenti superficiali che si trovano sul capo, nei quali il nervo olfattorio si espande con terminazioni sensorie bacilliformi. La mucosa olfattoria, istologicamente considerata, consta: 1.° di cellule di senso allungate, le quali sono in rapporto con filamenti nervosi; 2.° di cellule che separono fra loro le prime e servono loro da organi di sostegno; 3.° di elementi ghiandolari che nei Vertebrati i quali fanno vita terragnola sono destinati a mantenere umida la mucosa stessa.

Fig. 64. — *Epitelio della mucosa olfattoria*, A *del Petromyzon Planeri*, B *della salamandra atra*. *R* Cellule olfattorie, *E* Cellule epiteliali.

Nei Pesci l'apparato olfattorio è assai semplice ed è foggiato a mo' di sacco a fondo cieco. Nei Pesci dipnoi l'apparato olfattorio è invece in comunicazione colla bocca, di guisa che esso può dividersi in due parti, vale a dire: nelle cavità anteriori o narici, o nelle cavità posteriori. Ne segue pure che in tal caso l' apparato olfattorio entra in connessione coll' apparato respiratorio. In alcuni casi, come ad esempio nel *Polypterus bichir*, la cavità olfattoria si complica colla formazione di varî scompartimenti, alla loro volta più o meno complessi. Talvolta si nota la presenza di parti più o meno salde che servono di sostegno alla mucosa olfattoria e che costituiscono un vero scheletro nasale, come, ad esempio, nei Dipnoi.

L' apparato olfattorio di questi ultimi Pesci ha notevoli rapporti di affinità con quello degli Anfibî, il quale è collocato anteriormente ed ai lati del capo è costituito da un tubo cartilagineo di forma variabile che contiene la mucosa olfattoria. Questa ultima ha ghiandole speciali le quali la mantengono costante-

mente umida nel periodo di tempo in cui l'animale sta fuori dell'acqua. Nei Salamandrini fra gli Anfibî Urodeli appare per la prima volta il così detto canale naso-lacrimale che dall'angolo anteriore dell'orbita va alla cavità nasale. Questo canale si trova in tutti gli altri Vertebrati a cominciare dai Salamandrini. La sua derivazione dai canali mucosi dei Pesci non è ancora intieramente accertata.

Vario è l'apparato olfattivo dei Rettili: i Chelonî, i Sauri, e gli Ofidî lo presentano conformato in modo semplice. Esso consta di un atrio o cavità nasale o cavità olfattoria propriamente detta, nelle pareti della quale sono le cellule di senso.

Vi sono inoltre ghiandole speciali disposte in una sorta di conca variamente avvolta su se stessa e sporgente nella cavità olfattoria.

L'apparato olfattorio degli Uccelli, prescindendo dai particolari, è fondamentalmente foggiato sullo stampo di quello dei Rettili.

Nei Mammiferi la cavità nasale è ampia ed è delimitata nell'adulto da superfici ossee, le quali si prolungano in essa dando luogo a svariatissime prominenze, con cavità, celle, coste, ecc., parti tutte che, essendo rivestite dalla mucosa olfattoria, aumentano notevolmente la superficie di quest'ultima. Nei Mammiferi vi sono ghiandole nasali di due sorta: le une piccole, sparse ovunque, vengono dette ghiandole di Bowman; le altre di mole maggiore costituiscono la ghiandola Stenoniana. Varie cavità secondarie, come la cavità frontale, la cavità mascellare, le cavità sfenoidali, ecc. sono poi in rapporto colla cavità nasale dei Mammiferi. Queste cavità possono essere rivestite dalla mucosa olfattiva od esserne prive: in quest'ultimo caso esse funzionano da semplici cavità aeree e concorrono per lo più a rendere meno pesanti certe parti scheletriche dei Vertebrati superiori analogamente a ciò che si osserva nel fenomeno della pneumaticità delle ossa.

Nei Mammiferi esiste inoltre un naso esterno il quale

corrisponde, molto probabilmente, all' atrio nasale dei Rettili e che viene rinforzato da lamine cartilaginee e da ossi speciali. La forma del naso esterno varia molto nei Mammiferi pel suo adattarsi alle speciali maniere di vita dell' animale e all' ambiente.

Così ad esempio nei Mammiferi acquatici esiste un apparato valvolare speciale, od anche con semplice muscolo sfintere, per mezzo del quale le narici possono venir chiuse interamente dall'animale. In altri casi, come ad esempio nella Talpa e nei Sorci, il naso esterno funziona da organo di tatto; nell' Elefante invece il naso esterno si modifica in una proboscide che è ad un tempo organo di tatto e organo di presa.

Molto incerte sono le cognizioni che si hanno attualmente intorno agli organi del senso del gusto, non solo degli animali invertebrati in genere, ma eziandio della maggior parte dei Vertebrati inferiori. Ciò si può dire anche pei quei casi, come ad esempio molti Insetti, nei quali l'esistenza di un senso del gusto ben sviluppato non può menomamente mettersi in dubbio.

Nei Pesci, fra i Vertebrati, varî Autori hanno fatto conoscere sopratutto nei Selaci terminazioni nervose speciali della mucosa boccale, le quali pare si debbano ritenere destinate a raccogliere le impressioni rapide. Sono in questo caso i così detti *calici gustativi* e le *campane gustative* descritti dal Todaro. Questo Autore conchiude così le sue ricerche: « Nella cavità boccobranchiale dei Selaci ho trovato che gli organi del gusto si presentano sotto due forme caratteristiche: le *campane* ove si trovano solamente cellule a bastoncello; e i *calici* ove trovansi, insieme alle cellule a bastoncello, le cellule a cono ».

Si può dire che anche questa sorta di terminazioni nervose consta essenzialmente di cellule di senso, *cellule* a *bastoncello* e *cellule* a *cono* e di elementi cellulari di sostegno. Se le due sorta di cellule di senso abbiano una sola funzione o no è questione non risolta.

Negli Anfibî, Engelmann e Schultze descrissero terminazioni nervose della lingua analoghe ai così detti bottoni gustativi dei Mammiferi; ma anche per gli Anfibî si può dire che nulla di ben preciso si conosce intorno al senso del gusto.

Nei Rettili, tenuto conto del modo speciale col quale viene ingoiata la preda, e tenuto conto della struttura della lingua che pare serva principalmente come organo di tatto od anche, come nel Camaleonte, come organo di presa, si può credere che il senso del gusto o manchi del tutto, o in ogni caso sia poco sviluppato. Si può forse fare qualche eccezione. Ad ogni modo mancano anche per questi animali ricerche sufficientemente sicure in proposito.

Negli Uccelli, tutte le esperienze e tutte le osservazioni degli Ornitologi concordano nell'ammettere l'assenza quasi completa del senso del gusto per molte specie. Dal punto di vista anatomico, la lingua è avvolta, generalmente, da una sorta di astuccio resistente che rende difficile l'azione su di essa delle particelle rapide dei corpi introdotti nella bocca. Nei Pappagalli soltanto la lingua è realmente carnosa, molle e papillosa, di guisa che si può ammettere che il senso del gusto sia più sviluppato che negli altri Uccelli, eccezion fatta forse per qualche Rapace, pei Fenicotteri e per qualche altro. Nel Picchio, nei Tucani, negli Uccelli Mosca la lingua serve molto probabilmente da organo di tatto.

I Mammiferi, complessivamente considerati e paragonati cogli altri Vertebrati, presentano indubbiamente il maggior sviluppo del senso del gusto, sebbene anche dei Mammiferi questo senso non sia egualmente sviluppato in tutti i gruppi.

Nei Mammiferi, sede del senso del gusto è principalmente la lingua: tuttavia si può ammettere che in certi casi il gusto si può esercitare anche dalle pareti posteriori della bocca.

Nell'uomo la lingua ha la forma di un cono appiat-

tito: essa ha una impalcatura ossea-fibrosa e numerosi muscoli. Uno strato mucoso spesso e resistente avvolge l'organo e si è in questo che stanno principalmente gli organi del senso del gusto. La mucosa boccale costituisce le così dette papille, delle quali se ne possono distinguere tre sorta: le *papille filiformi*, le papille *fungiformi* e le papille *circumvallate*. In varî animali, come ad esempio nel coniglio, vi hanno pure le così dette *papille fogliate*, che sono collocate ai lati della lingua. Le papille sono costituite essenzialmente da una impalcatura connettiva rivestita da epitelio, entro al quale stanno i calici gustatori o bulbi gustatori che sono quelli particolarmente destinati a raccogliere le impressioni gustative.

Fig. 65. — Sezione d'una papilla circonvallata di vitello, da Th. W. Engelmann. *N* Nervo entrante. *GK* Bottoni gustativi della parete laterale della papilla *Pc*. *b* Bottone gustativo isolato dell'organo gustativo laterale del coniglio, *c* Cellule di sostegno e di copertura isolate, *Dz* e cellule sensorie *Sz* dello stesso.

Nelle Scimmie il senso del gusto è ben sviluppato, quantunque le papille caliciformi della lingua siano meno numerose che non nell'uomo e non formino quasi mai una doppia serie divergente paragonabile a quella che si osserva nell'uomo stesso. Nei Chirotteri le specie frugivore, come le Rossette, hanno lingua con papille

calciformi molto più numerose che non le specie insettivore, le quali hanno la lingua provvista di rivestimento corneo abbondante, con appena una o due papille fungiformi. La lingua degli Insettivori è conformata ad un dipresso come quella dei Chirotteri schiettamente insettivori.

I Mammiferi carnivori hanno, a quanto pare, ben sviluppato il senso del gusto. Negli Orsi che hanno regime omnivoro la lingua è molle e ricca di papille gustative. Nei Felini e nei Viverridi la lingua è coperta di papille cornee, assai dure e laceranti: non mancano però le papille caliciformi: ve ne sono ad esempio, per lo più, dieci nel Gatto, nella Lince, nella Pantera e quattro nella Tigre.

Anche nei Rosicanti si può ritenere che il gusto è più sviluppato nelle specie frugivore, come gli Scoiattoli, che non in quelle che si nutrono di radici e di corteccie d'alberi, come il Castoro e l'Istrice.

Negli Sdentati e sopratutto nel Formicchiere la lingua diventa organo di presa. Pei Marsupiali, pei Monotremi, pei Cetacei non si hanno osservazioni sufficientemente precise intorno al senso del gusto.

I Ruminanti hanno per lo più due serie di dieci o dodici papille sulla lingua, la quale è del resto dura e quasi cornea alla superficie. Nel Cavallo è pure dura e rugosa ed ha due o tre papille caliciformi molto grandi, *foramina coeca*. Negli Elefanti la mucosa linguale è finamente papillosa ed ha quattro grosse papille caliciformi.

Organi della vista. — Nelle Meduse, fra i Celenterati, si trovano i primi accenni di organi visivi propriamente detti in una parte dei così detti corpuscoli marginali, i quali si possono dividere appunto in organi visivi ed in organi uditivi. Generalmente esistono o solo gli uni o solo gli altri; nel genere *Triaropsis* si trovano ambedue queste sorta di organi.

Gli organi visivi vengono in questo caso detti ocelli ed essi sono collocati alla base dei tentacoli; la loro

costituzione è variabile. Nel genere Lizzia, ad esempio, l'ocello è formato da un inspessimento dello strato cuticolare, al quale vien dato il nome di cristallino, e di una porzione foggiata a bulbo che consta di tre sorta di elementi, vale a dire: di cellule pigmentali, di cellule di senso e di cellule gangliari. Nell'ocello ora descritto le varie parti rappresentano in una forma molto semplice: un cristallino, una coroide, una retina, ed un ganglio ottico. In altri casi, in luogo di tutte le parti differenziate sopra dette, non si ha che un ammasso di pigmento al quale si dà anche il nome di macchia pigmentale visiva che si crede possa raccogliere, molto incompletamente tuttavia, le sensazioni luminose.

Nei Vermi gli organi della vista mancano spesso al tutto, come si osserva particolarmente nelle specie parassitiche. Nei casi in cui gli organi della vista esistono, essi si presentano ora semplicemente sotto forma di macchie pigmentali, più o meno simmetricamente disposte, sia sui gangli cerebrali, sia più o meno discosto da questi, ora invece il pigmento circonda un corpo rifrangente speciale detto *cono* o *bastoncino cristallino*. In altri casi si osserva una complicazione maggiore la quale porta ad una struttura fondamentale non molto diversa da quella precedentemente descritta per le Meduse.

Nei Chetognati, pure fra i Vermi, gli occhi in numero di due, collocati sulla parte dorso-laterale del capo sono foggiati nel modo seguente, come risulta dalle ricerche del Grassi. Ciascun occhio è da considerarsi come composto da tre retinule colla convessità rivolta verso l'esterno. Ciascuna retinula consta di cellule di senso e di cellule di sostegno, di coni o bastoncini e di pigmento.

Nelle Sanguisughe, fra i Discofori, gli occhi sono generalmente collocati sui primi segmenti della parte anteriore del corpo e sono in numero vario nei diversi generi. Essi sono, ad esempio, 10 nel genere *Hoemonis* e 4 nel genere *Piscicola*. Gli occhi, esaminati esterna-

mente sull'animale, hanno l'aspetto di piccole macchiette nere; studiati istologicamente, essi risultano costituiti da un ammasso cilindrico di cellule allungate e trasparenti, le quali probabilmente funzionano da cristallino e sono circondate da uno strato di pigmento nero. Un filamento nervoso penetra dalla parte inferiore nell'organo e con ogni probabilità va a mettersi in rapporto per mezzo delle sue anastomosi colle cellule chiare sopradette.

Una struttura notevolmente complicata degli organi visivi si trova negli Alciopi fra gli Anellidi. Gli Alciopi hanno occhi assai grandi, di forma sferoidale, i quali constano: 1.° di una cornea trasparente formata dallo strato esterno dell'integumento, 2.° di una sclerotica di natura fibrosa che serve a proteggere il globo oculare; 3.° di una coroide variamente colorata; 4.° di un cristallino sferico; 5.° di una zona contrattile che sta intorno al cristallino ed è analogo ai processi cigliari dell' occhio dei Vertebrati; 6.° dell'umor vitreo che è circondato da una membrana propria, sottile e che occupa la parte mediana dell'occhio; 7.° di una retina costituita da parecchi strati di elementi istologici; 8.° del nervo ottico.

Come si vede da questa descrizione, l'occhio degli Alciopodi è molto simile nella disposizione delle sue parti all'occhio dei Vertebrati.

Considerando ora complessivamente tutti i Vermi si possono dividere gli organi visivi nelle principali categorie seguenti: 1.° Macchie pigmentali; 2.° Macchie pigmentali con bastoncini rifrangenti ; 3.° Occhi voluminosi di forma sferoidale, costituiti da almeno tre strati sovrapposti e da varî mezzi rifrangenti che si succedono regolarmente dall'avanti all'indietro.

Gli organi visivi degli Echinodermi sono in generale poco noti salvo quelli degli Asteridi che presentano una notevole analogia con quelli delle Sanguisughe sopra descritti. In molti Echinotermi pare che gli occhi manchino al tutto.

Gli occhi degli Artropodi presentano una rassomiglianza notevole nel loro piano fondamentale di strut-

tura con quelli dei Platelminti, dei Chetognati e dei Discofori fra i Vermi. Gli occhi degli Artropodi presentano la loro condizione più semplice negli occhi impari, che tuttavia devono essere considerati come formati dalla riunione di occhi pari, di varî Crostacei. In questa sorta di occhi si ha una massa pigmentale che circonda un gruppo di cellule differenziate e fra le quali ora si trovano, ora mancano speciali organi rifrangenti (fig. 66). Gli occhi più semplici dei Crostacei sono collocati ora immediatamente sul cervello, ora sono portati da un processo mediano che parte da questo.

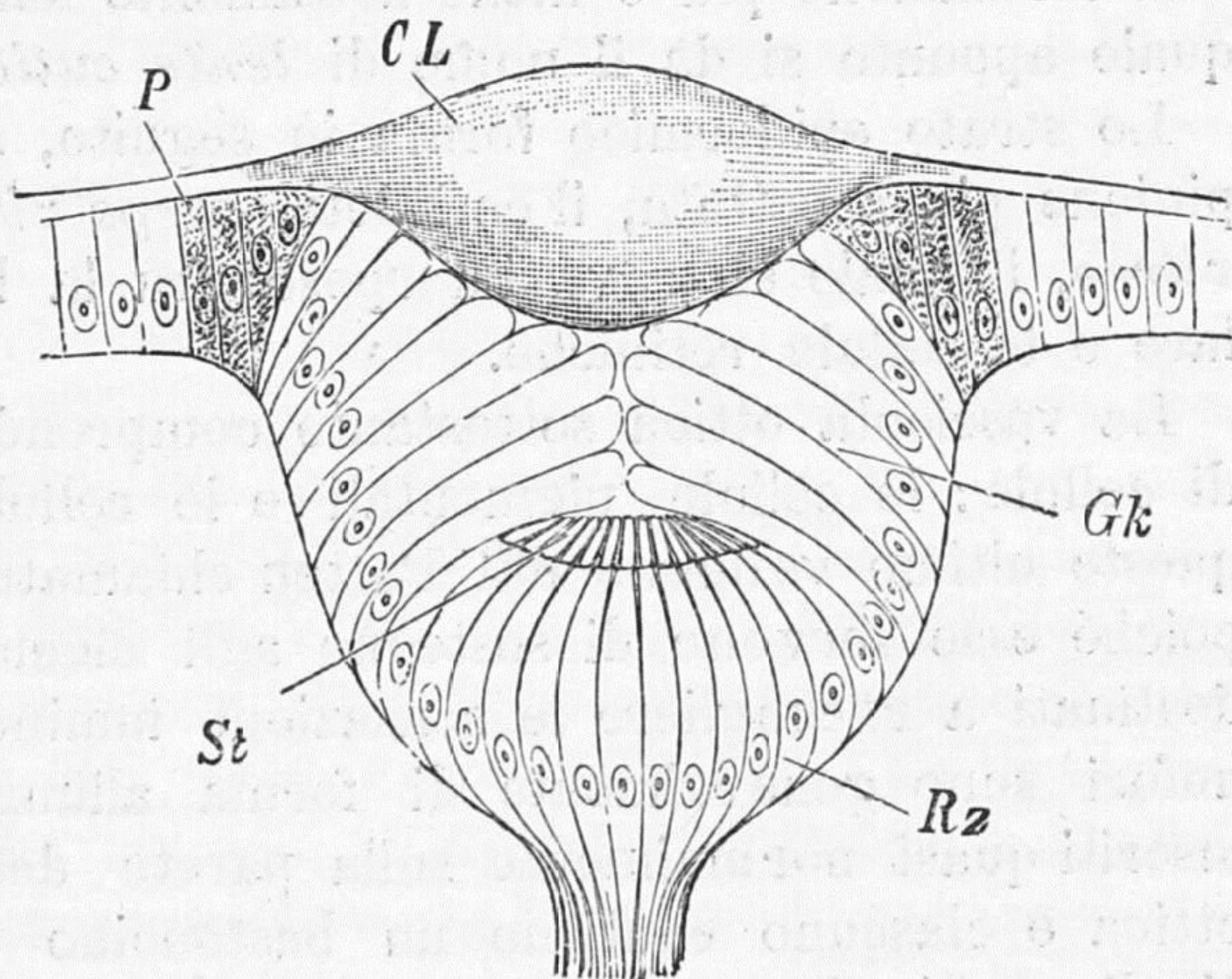



Fig. 66. — Sezione d'un ocello della larva d'una *Melolontha*, in parte da Grenacher. *CL* Corneola, *Gk* Cellule ipodermiche sottogiacenti, corpo vitreo degli autori, con la sua zona periferica di pigmento *P*. *Rz* Cellule della retina, *St* Bastoncini cuticolari delle cellule della retina.

Segnano un grado di maggior complicatezza di struttura quegli occhi nei quali l'integumento che sta sopra ad essi si modifica in modo da costituire una lente o più lenti corneali e nei quali vi hanno varî coni o bastoncini cristallini. Occhi così fatti si trovano principalmente negli Artropodi tracheati e vengono comunemente divisi in due categorie, vale a dire: *occhi semplici* od *ocelli* ed *occhi composti*.

L'occhio semplice od ocello di un Artropodo proviene da una invaginazione dello strato epidermico propria-

mente detto: la parte più profonda della invaginazione forma la vescicola ottica: la parte più vicina alla superficie esterna si stende sopra la vescicola ottica, rimanendo in continuazione dello strato epidermico stesso dell'integumento. Lo strato cuticolare dell'integumento in corrispondenza della vescicola ottica dà luogo ad una formazione più o meno nettamente lenticolare, alla quale appunto si dà il nome di *lente cuticolare*.

Lo strato epidermico forma in seguito, secondo l'opinione più accettata, il così detto *corpo vitreo* o *strato vitreo*, il quale si trova interposto fra la lente cuticolare e le cellule retiniche.

La vescicola ottica sottostante comprende due sorta di cellule: le cellule pigmentali e le cellule retiniche; queste ultime vengono dal Patten chiamate *retinofori*, poichè esse servono di sostegno agli elementi nervosi destinati a raccogliere le sensazioni luminose. I Retinofori sono generalmente di forma allungata e sono inseriti quasi normalmente sulla parete della vescicola ottica e ciascuno contiene un bastoncino trasparente. Negli occhi più complicati i Retinofori, più o meno fusi insieme, si uniscono due a due, od anche tre a tre, o anche cinque a cinque, a formare piccoli occhi od ocelli, come, ad esempio, nei Phalangium e negli Scorpioni, fra gli Aracnidi. A ciascun gruppo distinto di retinofori si dà il nome di *ommatidio*, che alla lettera vuol dire piccolo occhio.

Lungo l'asse interno di ciascun ommatidio corrono le diramazioni del nervo ottico che giunte al corpo bacillare si risolvono in una rete di finissime fibrille, alle quali si dà il nome di *retinidium* che è il vero apparato ricevente le sensazioni luminose.

Le ricerche recenti fanno considerare il così detto occhio composto degli Artropodi non come una riunione di un numero più o meno grande di ocelli o di occhi semplici, secondo quanto si è ammesso per molto tempo; ma come un occhio solo, e precisamente come un occhio semplice modificato nella sua struttura. L'oc-

chio composto si distingue dall'occhio semplice soltanto perchè esso presenta le sue parti fondamentali maggiormente differenziate e perchè la lente corneale si divide in un numero più o meno grande di piccole cornee lenticolari. Anche nell'occhio composto i retinidii sono le parti destinate esclusivamente a ricevere le sensazioni luminose. Negli occhi composti degli Insetti, oltre alle parti fondamentali, si trovano pure trachee e spazî sanguigni.

Intorno al modo di funzionare degli occhi degli Artropodi gli Autori non sono d'accordo. Giovanni Müller ammetteva una sorta di visione detta a mosaico, ossia che ciascun occhio semplice, come egli diceva, non avrebbe l' immagine intiera dell'oggetto, ma solo una piccola parte di questo. Il Leydig crede invece che ciascun occhio semplice abbia l'immagine intiera dell' oggetto e che le varie immagini si sovrappongano. Queste due opinioni non sono guari accettabili. Le moderne esperienze del Plateau, le ricerche del Patten e di altri conducono ad ammettere che l'Artropodo per mezzo dei suoi occhi non può avere una percezione netta della forma degli oggetti; ma anche questa opinione non è ancora al tutto soddisfacente e il problema del modo di funzionare degli ocelli e dei così detti occhi composti degli Artropodi non si può ancora considerare come intieramente risolto.

Nei Molluschi gli organi visivi sono assai diffusi. In quelle forme che ne mancano allo stato adulto, spesso si trovano nel loro stadio larvale. In varî *Chiton*, fra i Molluschi Placofori, le aere laterali delle piastre della conchiglia presentano numerosissimi ocelli i quali hanno una cornea, una coroide, un cristallino ed una retina. Nei Lamellibranchi gli occhi o mancano nello stato adulto o sono rappresentati da cellule epiteliali, pigmentate, il di cui margine anteriore si fa più spesso e trasparente. Questa sorta di occhi semplicissimi è distribuita lungo il margine del mantello o alla base o all'apice del così detto sifone, od anche è portata da peduncoli speciali, come ad esempio nei generi *Arca*, *Tellina*, *Pinna*, ecc.

Nei Gasteropodi gli occhi mancano molto raramente (Si conosce oggi una specie di Helix delle caverne della Carniola che è cieca). Essi sono collocati nella maggior parte dei casi alla superficie dell'integumento e stanno ora alla base dei tentacoli, ora alla sommità di essi.

Nei Cefalopodi gli occhi sono in generale molto grandi e presentano una struttura molto complessa. Daremo qui un cenno descrittivo dell'occhio della comune *Helix pomatia* e un cenno descrittivo dell'occhio della Seppia fra i Cefalopodi.

Nell'*Helix pomatia* l'occhio è collocato alla sommità dei tentacoli retrattili nei quali penetra il nervo tentacolare: questo si divide nel nervo ottico e in numerose fibrille che vanno ad innervare le cellule di senso che esistono alla sommità del tentacolo e che si considerano come cellule olfattive.

L'occhio è costituito dalle seguenti parti fondamentali: 1.° una membrana esterna o sclerotica, la quale si modifica anteriormente in modo da costituire una cornea trasparente; 2.° il cristallino che occupa la cavità dell'occhio; 3.° la retina che ha incluso lo strato pigmentale coroideo; 4.° il nervo ottico il quale penetra nell'occhio pel polo posteriore e si espande colle sue terminazioni nello strato retinico.

L'occhio della Seppia, e in generale dei Cefalopodi, presenta una struttura che lo fa apparire affine assai a quello dei Vertebrati: ma ne differisce pel modo di sviluppo delle parti principali. Gli occhi sono di grandi dimensioni e sono collocati in una sorta di cavità orbitaria formata dalla cartilagine cefalica, della quale già si è detto nel capitolo precedente che riguarda lo scheletro interno degli animali. La cavità orbitaria è tappezzata da una membrana che si ripiega all'innanzi dell'occhio in modo da formare come una sorta di cornea a cui viene dato il nome di *cornea falsa*. Questa ha anteriormente un piccolo foro che dà passaggio all'acqua, che viene così a bagnare il cristallino. Si trova in seguito la sclerotica che costituisce la parte

esterna del bulbo oculare e che è rinforzata da lamine cartilaginee.

La sclerotica forma anteriormente l'iride che ha una pupilla ampia, capace di dilatarsi e di contrarsi sotto l'azione di speciali fibre muscolari. La sclerotica è coperta, anche nella parte iridea, da uno strato di pigmento con riflessi metallici. Dietro all'iride v'è il cristallino quasi sferico, di grandi dimensioni, costituito da due lenti piano-convesse, separate fra loro da una membrana jalina. L'umor vitreo, di consistenza gelatinosa e avvolto da una membrana jalina sottilissima, occupa la parte mediana dell'occhio. Viene ultima la retina la quale ha struttura assai complessa. Il nervo ottico parte dal ganglio ottico e penetra nell'interno dell'occhio dove si espande nella retina attraverso ad una serie di piccoli fori.

L'Occhio della Seppia presenta inoltre delle parti accessorie, come ad esempio le due ripiegature della pelle che stanno al davanti della falsa cornea e che servono da palpebre ed i muscoli più o meno sviluppati che si inseriscono esternamente sul globo oculare.

Nel tipo dei Cordonii diremo particolarmente dell'occhio dei Vertebrati, lasciando in disparte qui gli organi visivi dei Tunicati che si trovano in condizioni di struttura molto semplici e intorno ai quali varî punti sono ancora da chiarire.

L'Occhio dei Vertebrati, sebbene appaia essere simile nella sua conformazione generale a quello di varî Invertebrati, tuttavia ne differisce profondamente pel diverso modo di sviluppo delle sue parti.

Le parti principali che costituiscono l'occhio dei Vertebrati si possono dividere nelle essenziali e nelle secondarie o accessorie. Le prime sono costituite da una serie di membrane concentriche, le quali si succedono dall'interno verso l'esterno nell'ordine seguente (fig. 66):

1° Retina; 2.° Coroidea; 3.° Sclerotica e cornea; 4.° mezzi rifrangenti, corpo vitreo e lente.

Le parti accessorie sono: le palpebre, gli organi ghian-

dolari ed i muscoli motorî del bulbo dell'occhio, alle quali è d' uopo aggiungere, nell'uomo e nei mammiferi i più elevati, anche il sopracciglio.

È utile che vediamo brevemente quale disposizione e quale struttura presentano le parti sopramenzionate, nell'occhio di un Vertebrato superiore, ad esempio, dell'uomo, tanto per poterci fare un'idea del valore delle parti stesse. Fatto ciò sarà più facile esaminare brevemente le differenze che vi hanno fra gli organi visivi dei varî gruppi di Vertebrati, differenze che risultano essere minori, complessivamente considerate, di quelle che intercettano fra altri organi nella serie dei Vertebrati stessi.

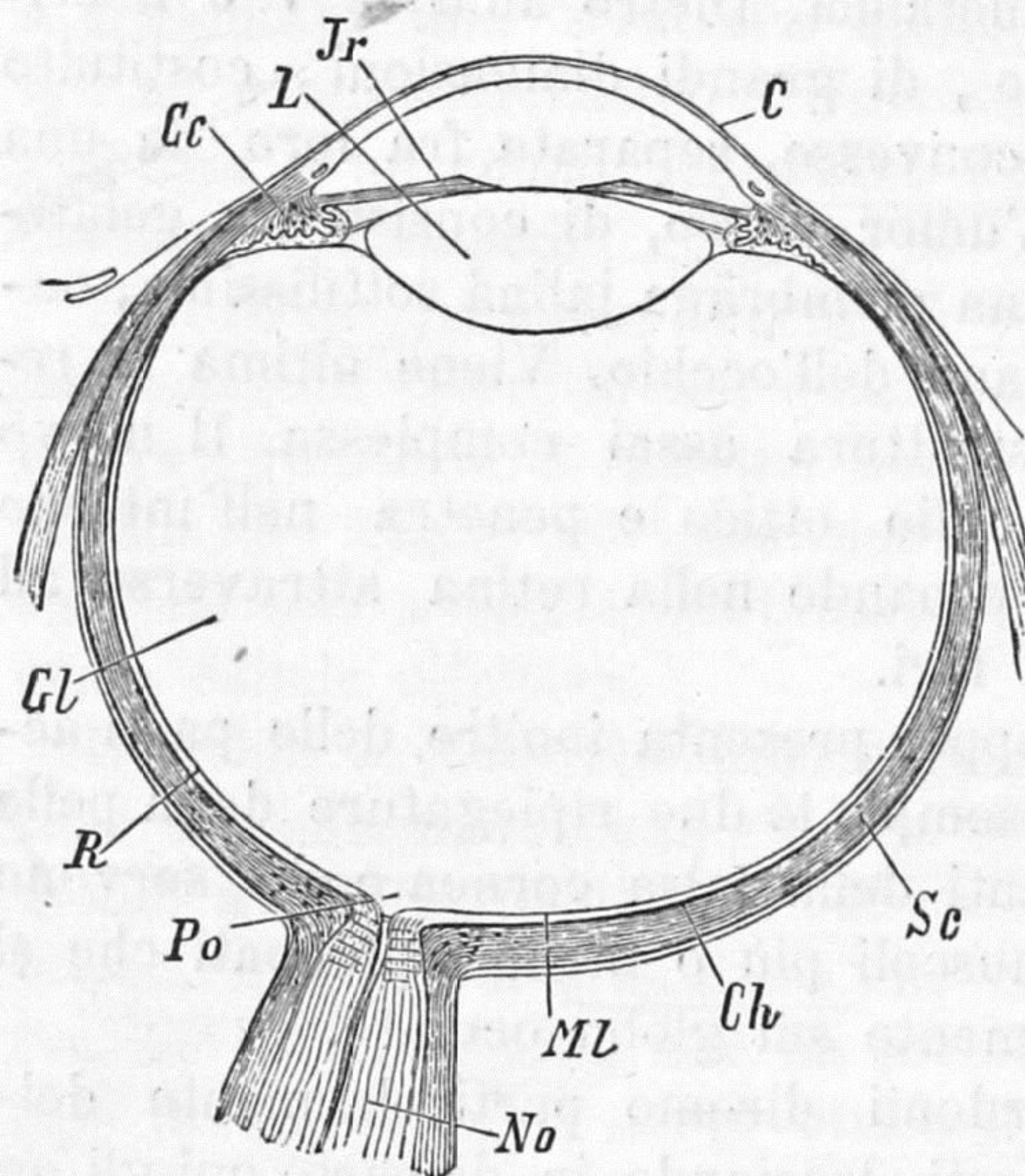



Fig. 67. — Sezione del bulbo oculare dell'uomo (da Arlt). *C* Cornea, *L* Cristallino, *Jr* Iride e pupilla, *Cc* Corpo ciliare, *Gl* Corpo vitreo, *R* Retina, *Sc* Sclerotica, *Ch* Coroidea, *Ml* Macula lutea, *Po* Papilla ottica, *No* Nervo ottico.

Il globo oculare è costituito dalla *retina*, membrana emisferica sulla quale si dipinge l'immagine del mondo esterno. Al di fuori della retina v'è una seconda membrana di colore oscuro che è detta *coroide*, e al di là di questa vi è una terza membrana resistente e forte, la *sclerotica*, la quale è anteriormente trasparente e posteriormente opaca. Al davanti della retina, entro al globo oculare, vi è il *corpo vitreo* il quale ha anteriormente il *cristallino* in forma di lente biconvessa. Innanzi al cristallino si trova l'*umore acqueo* che occupa lo spazio compreso fra il cristallino e la cornea trasparente.

Una membrana circolare, l'*iride*, forata nella sua parte centrale divide lo spazio sopra detto in due altri che vengono detti *camera anteriore* e *camera posteriore* dell'occhio. La camera anteriore è di forma emisferica e comprende lo spazio che vi è fra l'iride e la cornea. La camera posteriore, considerata come spazio, non esiste, giacchè l'iride si applica immediatamente al cristallino, ma esiste allo stato virtuale, come la cavità delle sierose e delle sinoviali.

La sclerotica, designata dagli antichi col nome di *cornea opaca* è la più spessa e più resistente delle membrane dell'occhio. Essa è forata all'indietro per dar passaggio al nervo ottico e presenta in avanti una apertura nella quale è collocata la cornea trasparente. Sulla sclerotica si inseriscono i muscoli che muovono il globo oculare.

La *cornea trasparente* completa esternamente e allo innanzi l'involucro esterno del globo oculare. Essa ha la forma di un segmento di sfera. Essa è più spessa nella periferia che non nel centro. Istologicamente parlando è costituita di tre strati.

La coroide che costituisce la seconda membrana del globo oculare è caratterizzata dalla sua tinta oscura ed è molto vascolarizzata. Essa è applicata sulla retina di cui segue la curva; è perforata allo indietro per dar passaggio al nervo ottico, e allo innanzi per circondare l'iride: la sua consistenza è debole ed analoga a quella della pia madre che ricopre il cervello di cui si può considerare essere un prolungamento. L'orifizio anteriore della coroide è circondata dal *muscolo ciliare.* La coroide è costituita da tre strati, vale a dire: da uno strato superficiale o cellulare, da uno strato profondo o pigmentale, e da uno strato medio essenzialmente vascolare.

Il *corpo ciliare* è costituito dai processi ciliari o corona di pieghe raggianti che stanno intorno al cristallino.

L'iride è un disco membranoso forato nel mezzo per dar passaggio ai raggi luminosi. L'apertura mediana o

pupilla può restringersi e dilatarsi alternativamente. Essa si restringe, ad esempio, quando guardiamo un oggetto molto illuminato e vicino: si dilata invece quando passiamo da un ambiente illuminato in uno oscuro. La pupilla può inoltre restringersi o dilatarsi sotto l'azione di speciali sostanze, ecc. L'iride è formata da due strati: uno posteriore, pigmentale detto anche *uvea,* e uno anteriore vascolare e muscolare.

La retina che costituisce, come già si è detto, la terza tunica o membrana dell'occhio, ha una tinta leggermente opalina ed è trasparente, quantunque in grado minore dei mezzi diottrici dell'occhio.

Il nervo ottico nel suo punto di entrata nel bulbo oculare forma un chiasma e poscia si divide negli elementi della retina che percepiscono la luce. La retina ha quindi il suo maggior spessore là dove entra il nervo e questa regione è nota col nome di *macchia cieca.* Da questa regione la retina va assottigliandosi gradatamente fino all'origine dell' iride.

La retina consta essenzialmente di parti di sostegno e di parti nervose propriamente dette. Queste ultime si possono dividere in sette strati principali, vale a dire: 1.° strato dei filamenti nervosi; 2.° strato dei ganglì; 3.° strato molecolare interno; 4.° strato granuloso interno; 5.° strato molecolare esterno; 6.° strato granuloso esterno; 7.° strato dei bastoncini e degli zaffi coll'epitelio pigmentale. Agli strati ora enumerati è d'uopo aggiungere le membrane jaline, limitante interna e limitante esterna. Nella retina esiste poi, collocata nella metà del segmento posteriore dell' occhio, la così detta macchia lutea, o fossa centrale nella quale gli strati posti sopra ai bastoncini si assottigliano e possono mancare non rimanendovi che gli zaffi. Lo strato dei bastoncini contiene durante la vita una sostanza rossa, che viene designata col nome di porpora visiva o porpora della retina. Questa sostanza si conserva nell'oscurità e si scolora per l' azione della luce incidente. Questa sostanza si rifà continuamente, di guisa che nel

fenomeno della visione si realizza la condizione di un processo fotochimico, poichè le immagini, in certo qual modo, si producono come sopra la lastra sensibilizzata del fotografo. Pare però che tale sostanza non sia indispensabile per l'atto visivo. Come agevolmente si comprende, l'indole di questo libro non ci concede di fare qui una descrizione minuta di tutti gli strati sopra menzionati della retina.

Le parti accessorie dell'organo della vista sono nell'uomo: *il sopracciglio* che è una sporgenza muscolo-cutanea, rivestita di peli, disposta trasversalmente e limitante inferiormente la fronte; *le palpebre* che sono due pieghe muscolo-membranose collocate in avanti al globo dell'occhio sul quale si muovono a guisa di veli protettori, esse sono ricoperte di ciglia sul loro margine libero, le palpebre possiedono inoltre numerose ghiandole; la *congiuntiva* la quale è una membrana mucosa situata fra le palpebre ed il globo dell'occhio; la *caruncola lagrimale* che è un piccolo corpo glandolare, di forma ovoide e triangolare collocato nel grande angolo dell'occhio e notevole pel suo colore bianco-giallastro.

Viene in seguito l'apparato lagrimale che consta di una ghiandola, i di cui condotti escretori conducono le lagrime sulla superficie della congiuntiva, e di organi che conducono le lagrime alle fosse nasali, come i *punti lagrimali*, i *canali lagrimali*, il *sacco lagrimale*, ed il *canale nasale*.

I muscoli che muovono il globo oculare sono sei, vale a dire: i quattro muscoli retti ed i due muscoli obliqui.

Menzionate così le parti principali dell'apparato visivo, vediamo brevemente le modificazioni più spiccate che esso presenta nelle varie classi dei Vertebrati. Nei Pesci gli occhi (fig. 67) hanno una mobilità assai limitata: la loro cornea è quasi piana, mentre la lente cristallina è sferica e fortemente rifrangente. L'accomodamento viene regolato dal così detto *processo falciforme*, che consiste in una ripiegatura della coroidea contenente vasi sanguigni, nervi e fibre muscolari liscie. Questo

processo si estende dal luogo di entrata del nervo ottico fino alla regione equatoriale della lente cristallina. Nell'interno dell'occhio dei Pesci Teleostei e nell'iride dei Pesci Selaci vi è una membrana con riflessi argentei. Una seconda membrana con riflessi metallici forma in varie specie di Pesci il così detto tappeto lucido. La sclerotica può assumere consistenza cartilaginea od anche ossea. In alcuni Pesci, ad esempio nei *Pleuronectes*, gli occhi si trovano, nello stato adulto, asimmetricamente collocati da una parte sola del capo; mentre nello stato giovanile essi sono normalmente disposti.

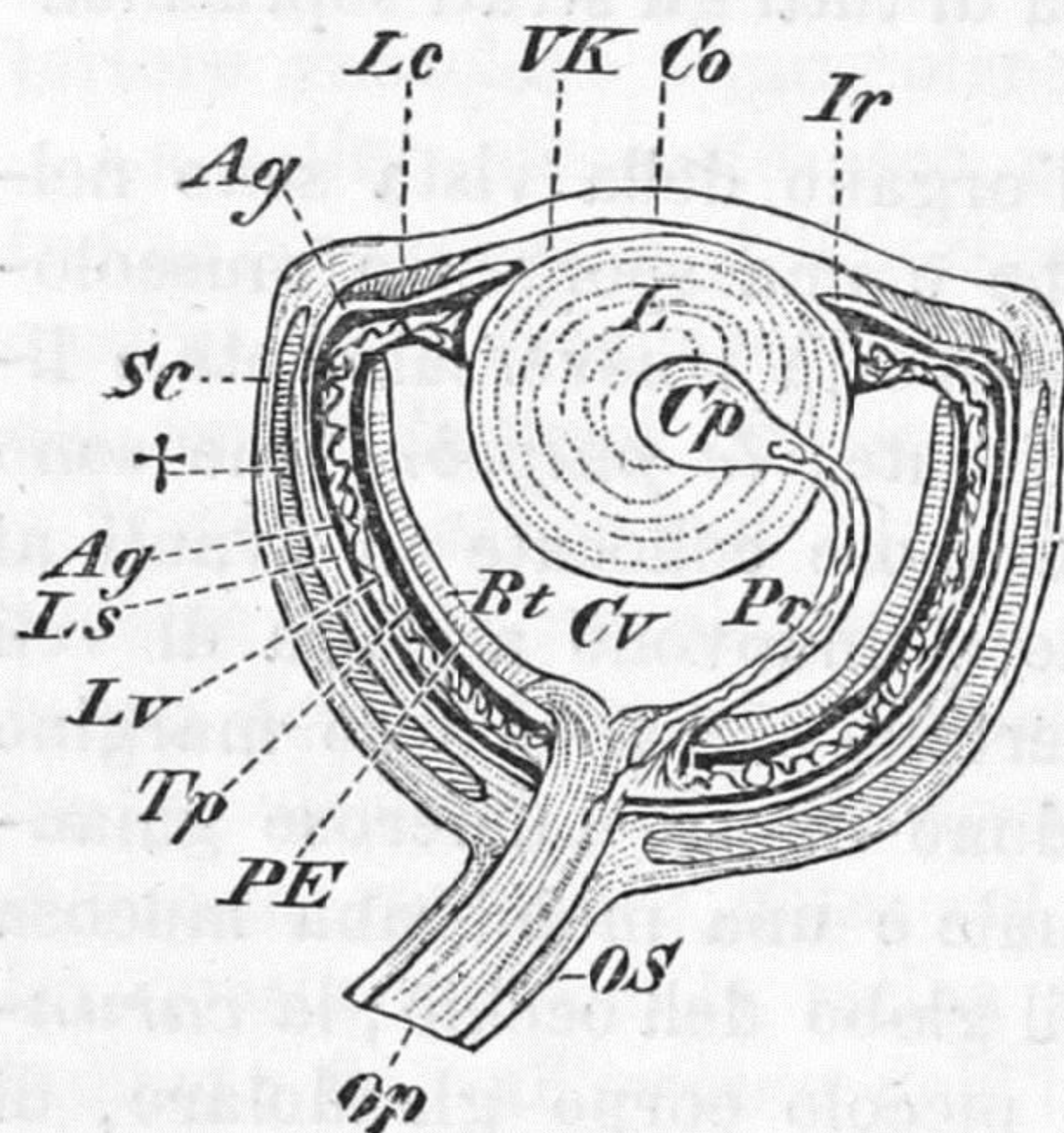



Fig 68. — *Tipo dell'occhio di un pesce.* *Op* Nervo ottico, *OS* Guaina del nervo ottico, *Rt* Retina, *PE* Epitelio pigmentato, *Tp* Tappeto, *Lv* Lamina vascolosa, *Ag* Lamina argentea, *Ls* Lamina sopracorioidea, *Sc* Sclerotica con innesti cartilaginei ed ossei (+), *Co* Cornea, *Ir* Iride, *Lc* Legamento ciliare, *VK* Camera anteriore, *L* Lente, *Cv* Corpo vitreo, *Pr* Processo falciforme, *Cp* Campanula di Haller.

L'occhio degli Anfibî non presenta differenze fondamentali da quello dei Pesci, salvo che manca della membrana argentea, del tappeto lucido e del processo falciforme.

L' occhio dei Rettili e degli Uccelli presenta una formazione analoga al processo falciforme dell'occhio dei Pesci, la quale viene designata col nome di pettine. La sclerotica è spesso cartilaginea e anche talvolta è provvista di piastre ossee.

Nei Mammiferi la sclerotica, fatta eccezione dei Monotremi, è sempre fibrosa. Nella coroidea in molti casi vi è un tappeto cellulare e fibroso che per opera dei fenomeni di interferenza si mostra come fosforescente nell' oscurità. Ciò si osserva, ad esempio, nei Carnivori.

Le palpebre variano moltissimo nella loro disposi-

zione, nel loro numero e nel loro sviluppo nei diversi Vertebrati. Il lettore che desidera maggiori ragguagli in proposito consulti i trattati di zoologia dove tali parti sono descritte minutamente, servendo esse in molti casi di caratteri distintivi de' varî gruppi tassonomici.

Organi dell'udito. Si cominciano a trovare organi uditivi nei Celenterati e precisamente in varî generi di Meduse dove sono conosciuti anche, come già sopra è stato detto, col nome di corpuscoli marginali o di vescicole uditive. Questi organi si possono riferire a due tipi fondamentali di struttura. Il più semplice è costituito da una piccola cavità tappezzata nella parte periferica da cellule contenenti ciascuna una concrezione solida od *otolite* e nella parte centrale da cellule di senso differenziate in cellule uditive. Questi organi sono in rapporto coll' anello nervoso, che già è stato descritto nel capitolo che si riferisce al sistema nervoso. Questa cavità uditiva può in certi casi trasformarsi in una vescicola uditiva chiusa.

Nelle Trachimeduse si osserva il secondo tipo di conformazione delle vescicole uditive. Esso è nella sua forma più semplice un piccolo tentacolo coperto alla base da cellule uditive e ingrossato a clava all' apice. L' asse mediano del tentacolo è costituito da cellule le quali nella parte ingrossata del tentacolo portano delle otoliti. In certi casi ripiegature cutanee speciali racchiudono il tentacolo entro ad una vescicola uditiva.

Poco frequenti sono gli organi uditivi nei Vermi. Si trovano vescicole uditive con otoliti in alcuni Turbellari e in alcuni gruppi di Anellidi; ma scarse sono le cognizioni che si hanno a tale riguardo.

Questa osservazione vale anche per gli Echinodermi nei quali vennero descritte per alcune specie vescicole uditive con otocisti.

Nel tipo degli Artropodi gli organi dell' udito sono maggiormente sviluppati che non nei tipi di animali precedentemente menzionati. La forma più semplice degli organi uditivi degli Artropodi è rappresentata dai

così detti *peli acustici* che sono peli di senso differenziati specificatamente in modo da esser sensibili alle onde sonore. Pare che organi uditivi di tal fatta siano particolarmente diffusi nei Crostacei. Negli Artropodi esistono pure vescicole uditive in forma di otocisti che possono trovarsi su parti molto diverse dell'animale, come ad esempio alla base delle antenne nei Crostacei superiori, o nelle lamine del ventaglio caudale dei Misidi pure fra i Crostacei.

Negli Artropodi che fanno vita nell' aria libera gli organi uditivi sono foggiati su di un altro stampo. Essi sono ben sviluppati negli insetti e in particolar modo in quelli che possiedono pure apparati destinati a produrre suoni speciali. Negli Acrididi, nei Locustidi, nei Grillidi fra gli insetti Ortotteri vi ha un vero apparato timpanico collocato o nel primo segmento dell' addome o sulle tibie delle zampe posteriori.

Negli Artropodi altri organi vennero pure descritti dagli Autori come organi uditivi; ma intorno ad essi non si hanno ancora dati sufficientemente sicuri.

Gli organi uditivi dei Molluschi sono vescicole uditive tappezzate internamente da cellule di senso nelle quali termina il nervo acustico. La vescicola uditiva contiene otoliti di forma variabile. Questi organi ora sono collocati in vicinanza dei gangli cerebrali, ora invece in prossimità dei gangli del piede. Nei Cefalopodi dibranchiati essi sono contenuti entro la capsula cartilaginea cefalica. In tal caso la loro struttura è più complessa e vi si può distinguere un labirinto membranoso e cartilagineo analogamente a quanto si osserva nei Vertebrati.

Secondo il Delage le otocisti dei Cefalopodi e quelle dei Crostacei oltre alla funzione uditiva avrebbero pure quella di organi regolatori della locomozione.

Gli organi uditivi dei Tunicati, nel tipo dei Cordonii, si riducono pure a vescichette contenenti un'otolite che è fissata alle pareti da prolungamenti peliformi assai sottili.

L' organo uditivo è collocato al lato sinistro del gan-

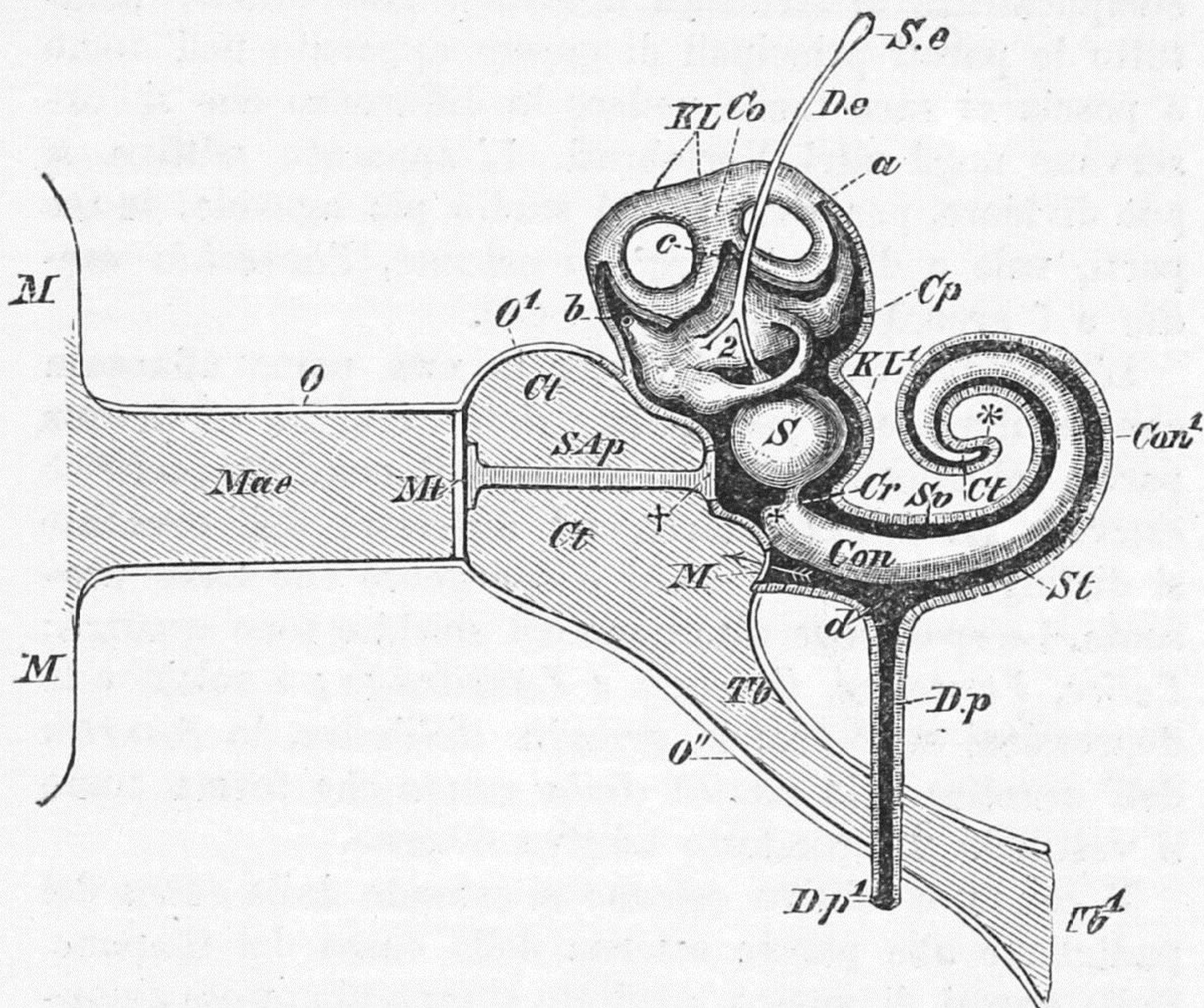



Fig. 69. — *Schema dell'intero organo uditivo umano Orecchio esterno*: *MM* Chiocciola dell'orecchio, *Mac* Meato uditivo esterno, *O* Sua parete, *Mt* Membrana timpanica. *Orecchio medio*: *Ct*, *Ct* Cavo timpanico, O' Sua parete, *SAp* Apparecchio che conduce le onde sonore, segnato al posto degli ossicini uditivi come un corpo a bastoncino, il punto + corrisponde alla piastra della staffa, che chiude la finestra ovale, *M* Membrana secondaria del timpano, la quale ottura la finestra rotonda, *Tb* Tuba eustachiana, *Tb'* Suo sbocco nella gola, *O''* Sua parete. *Orecchio interno con labirinto osseo*: (*KL*, *KL'*) in parte asportato, *S* Sacculo, *a*, *b* Due canali semicircolari verticali, di cui uno (*b*) tagliato trasversalmente, *c*, *Co* Commissura dei canali semicircolari del labirinto cutaneo ed osseo, *S.e* *D.e* Sacco e condotto endolinfatico, questo ultimo si divide presso il segno 2 in due rami, *Cp* Cavo perilinfatico, *Cr* Canale riuniente, *Con* Conca cutanea, che in + produce il sacco cieco dell' atrio, *Con'* Conca ossea, *Sv* e *St* Scala del vestibolo e scala del timpano, che presso * si uniscono sulla cupola terminale (*Ct*), *D.p* Dotto perilinfatico, che in *d* si sviluppa dalla scala del timpano e sbocca in *D.p'*. Il canale semicircolare orizzontale non indicato nelle figure con segni particolari, è facile a riconoscersi.

glio anteriore. Vennero pure descritti altri organi come uditivi: ma la loro funzione è incerta.

Nei Vertebrati l' apparato uditivo raggiunge una complicatezza di struttura notevole. Esaminiamo anzitutto le pareti principali di questo apparato nell' uomo e poscia ci sarà facile vedere le differenze che si osservano negli altri Vertebrati. L' apparato uditivo si può dividere, per renderne lo studio più agevole, in tre parti, vale a dire: *l' orecchio esterno*, *l'orecchio medio* e l' *orecchio interno* (fig. 68).

L' orecchio esterno si divide in una parte allargata che ha il nome di *padiglione dell' orecchio* ed in una parte tubuliforme che costituisce il *condotto uditivo esterno*. La faccia esterna od anteriore dell' orecchio si distingue per varî solchi e sporgenze che essa presenta. Le sporgenze alternano coi solchi e sono quattro: *l'elice, l'antelice, il trago e l'antitrago*; i solchi o le depressioni sono tre: la *gronda dell'elice*, la *fossetta* dell' *antelice* e la *cavità della conca* che forma come il vestibolo del condotto uditivo esterno.

Il condotto uditivo esterno si estende dalla conca del padiglione alla parete esterna della cassa del timpano. Sulle pareti di questo condotto stanno numerose ghiandole le quali vengono dette *ceruminose* e la sostanza da esse preparata vien chiamata *cerume* pel suo colore e per la sua consistenza simile alla cera vergine.

L' orecchio medio è una escavazione piena d' aria. Essa riceve le onde sonore dal condotto uditivo esterno e le trasmette al labirinto. Questa escavaziene nella sua parte anteriore si prolunga fino alle fosse nasali per mezzo della così detta *tromba di Eustachio*. La dilatazione che succede a questo condotto è denominata *cassa del timpano*.

Un secondo rigonfiamento è formato dalla aglomerazione delle così dette *cellule mastoidee*.

Di queste la parte più importante è la cassa del timpano e le altre si possono considerare come una dipendenza di questa. La parete esterna della cassa presenta principalmente da notare la membrana del timpano, la quale è una lamina sottile e trasparente collocata a

mo' di un setto fra l' orecchio esterno ed il medio. Nella parete interna della cassa del timpano si osservano: 1.° al suo centro una sporgenza arrotondata che corrisponde alla chiocciola e che forma il così detto *promontorio*; 2.° al disopra di questo vi ha un orifizio allungato che conduce al vestibolo e che vien detto *finestra ovale*; 3.° al disotto vi ha un altro orifizio che costituisce la *finestra rotonda.* Nell' orecchio medio trovansi inoltre gli ossicini i quali formano una catena flessuosa che aderisce col suo primo anello alla membrana del timpano e coll' ultimo corrisponde col vestibolo, mettendo così in connessione l' orecchio esterno coll' interno.

Questi ossicini sono: il *martello,* l' *incudine l' osso lenticolare* e la *staffa.*

L' orecchio interno o labirinto è collocato nello spessore della rocca petrosa e si compone: 1.° di parti dure ed involgenti che funzionano da organi protettori; 2.° di parti molli e membranose nelle quali si distribuiscono le ultime divisioni del nervo acustico. Alle prime si dà il nome di *labirinto osseo* e alle seconde quello di *labirinto membranoso.*

Il labirinto osseo comprende tre sezioni principali disposte sopra un piano parallelo alla cassa del timpano: *il vestibolo, i tre canali semicircolari* e la *chiocciola.*

Il labirinto interno è un insieme di lamine molli e trasparenti sulle quali si distribuiscono le ultime divisioni dei nervi uditivi: perciò questa è la parte essenziale dell'organo dell'udito.

Nei Pesci l'apparato uditivo presenta le parti principali sopra indicate nella loro condizione più semplice. In varî gruppi di Teleostei questo apparato entra in rapporto colla vescica natatoria per mezzo di una catena ossea che va dall'estremità anteriore della vescica all'organo uditivo.

Negli Anfibi l'apparato uditivo si complica un poco più che nei Pesci; vi ha una membrana del timpano

a fior di pelle e una tuba eustachiana. Nei Sauri, fra i Rettili, si hanno conformazioni molto varie. Gli uccelli sono affini a tal riguardo ai Rettili.

Nei mammiferi, fatta eccezione dei Monotremi i quali hanno un apparato uditivo affine a quello dei Coccodrilli, fra i Rettili, l'apparato uditivo raggiunge la maggiore complicatezza, come si può vedere dalla breve descrizione precedente dell'apparato uditivo dell'uomo. Nei Mammiferi sono molto variabili la forma e lo sviluppo dell'orecchio esterno, come il lettore potrà vedere dalla descrizione zoologica degli animali nei trattati di zoologia generale.

VI

Organi digerenti.

Nelle forme più semplici degli animali metazoi, per la scarsa divisione di lavoro fisiologico, vi ha un sistema solo di organi che compie le funzioni di digestione, di respirazione e di circolazione; ad esso si dà il nome di *sistema gastro vascolare*. Nei Poriferi la forma più semplice degli organi della digestione è data da una cavità aperta all'esterno, le di cui parti sono fatte dall'endoderma. Questa cavità si complica poi pel formarsi di canali, di sacchi, di dilatazioni che si addentrano più o meno nelle pareti del corpo e vengono anche ad aprirsi direttamente all'interno per mezzo di piccole aperture proprie. Colla formazione di

Fig. 70. — Sezione di una colonia d'asconi, schema (da E. Haeckel).

queste dilatazioni o diverticoli si inizia una divisione di lavoro fisiologico, per la quale la funzione di digestione tende a localizzarsi nella cavità principale e la funzione di respirazione a localizzarsi più o meno nettamente nei diverticoli o canali che partono dalla cavità centrale stessa (Fig. 69 e 70).

Pel riunirsi di varî individui a colonia, come appunto avviene nei Poriferi, si compiono modificazioni varie nel sistema delle cavità digerenti. Queste o comunicano semplicemente fra loro, o talvolta si fondono più o meno nettamente in una cavità unica. Nelle colonie vi hanno inoltre lacune irregolari fra i rami saldati delle colonie stesse.

Per quanto se ne sa ora, la digestione nelle Spugne si compie dalle cellule appiattite che rivestono varie parti del sistema sopradetto, le quali elaborano sostanze analoghe, alla pepsina e alla tripsina degli animali superiori. L'alimento entra coll'acqua dai numerosi pori che si aprono alla superficie del corpo e comunicano coi canali o colle dilatazioni del sistema gastro-vascolare: i residui non digeriti escono coll'acqua dalle aperture maggiori del corpo dette *osculi*.

Fig. 71. — Sezione longitudinale di un *Sycon rhaphanus*, piccolo ingrandimento. *O* Osculo con un cerchio di spicule, *Rt* Tubi radiali che si aprono nella cavità centrale.

Nei Celenterati il sistema digerente presenta, studiato nella sua conformazione generale, una sola apertura boccale, la quale serve ad un tempo per l'entrata delle sostanze alimentari e per l'uscita dei residui indigesti, ed una cavità digerente principale che spesso si prolunga in canali o in cavità secondarie in modo da costituire un sistema gastro-vascolare. Le funzioni digerenti si limitano alla

cavità centrale e non si continuano nelle cavità secondarie. Queste ultime unitamente coi canali hanno le funzioni di un apparato circolatorio (fig. 71-72).

Nell' *Idra* comune si osserva una corona di tentacoli intorno alla bocca, i quali essendo ricoperti di nematocisti servono da organi di presa.

Nelle Meduse il sistema gastro-vascolare occupa la concavità del disco od ombrello ed è costituito dalle principali parte seguenti: 1.° un'apertura boccale, circondata per lo più da organi tentacoliformi, la quale nella Rizostome si chiude. In queste meduse si forma in ciascuno degli otto bracci un canale che è in comunicazione colla cavità centrale e che termina all' apice dei bracci stessi in una sorta di succiatoio; 2.° un tratto più ristretto al quale viene anche dato il nome di esofago; 3.° uno stomaco di forma variabile; 4.° un sistema di canali che si diparte dalla cavità centrale e si estende con disposizione raggiata fino al margine del disco (fig. 73).

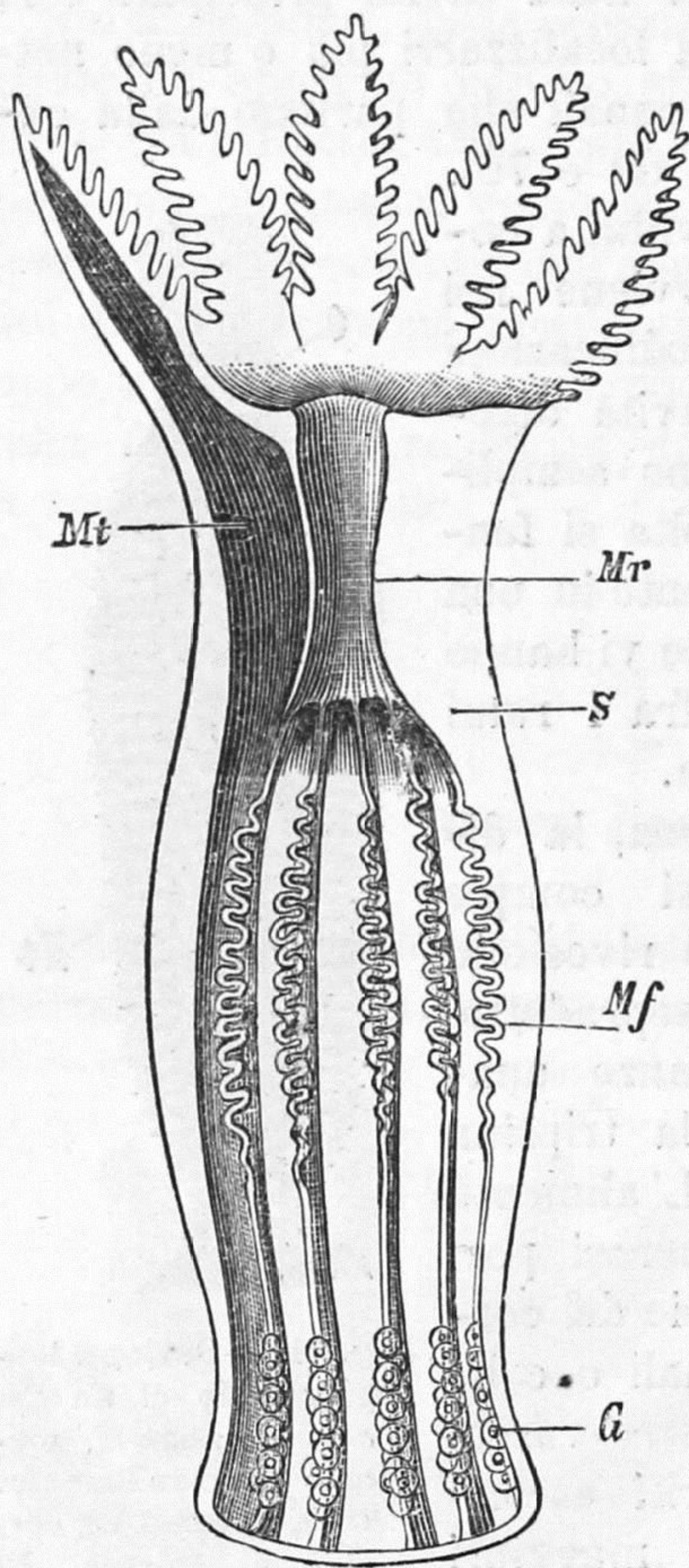



Fig. 72. — Sezione longitudinale del corpo di un Antozoo (Octactinia). *M* Tubo gastrico con l'apertura boccale fra i tentacoli pennati, *Mf* Filamenti mesenteriali, *G* Organi genitali.

Nei Polipi idroidi la cavità digerente si prolunga in

un canale che corre per tutta la colonia. In varie sorta di colonie si hanno individui esclusivamente nutritori.

Nei Celenterati Antozoi l'apparato gastro-vascolare si complica maggiormente, poichè la cavità generale è suddivisa in un sistema di concamerazioni verticali da tra-

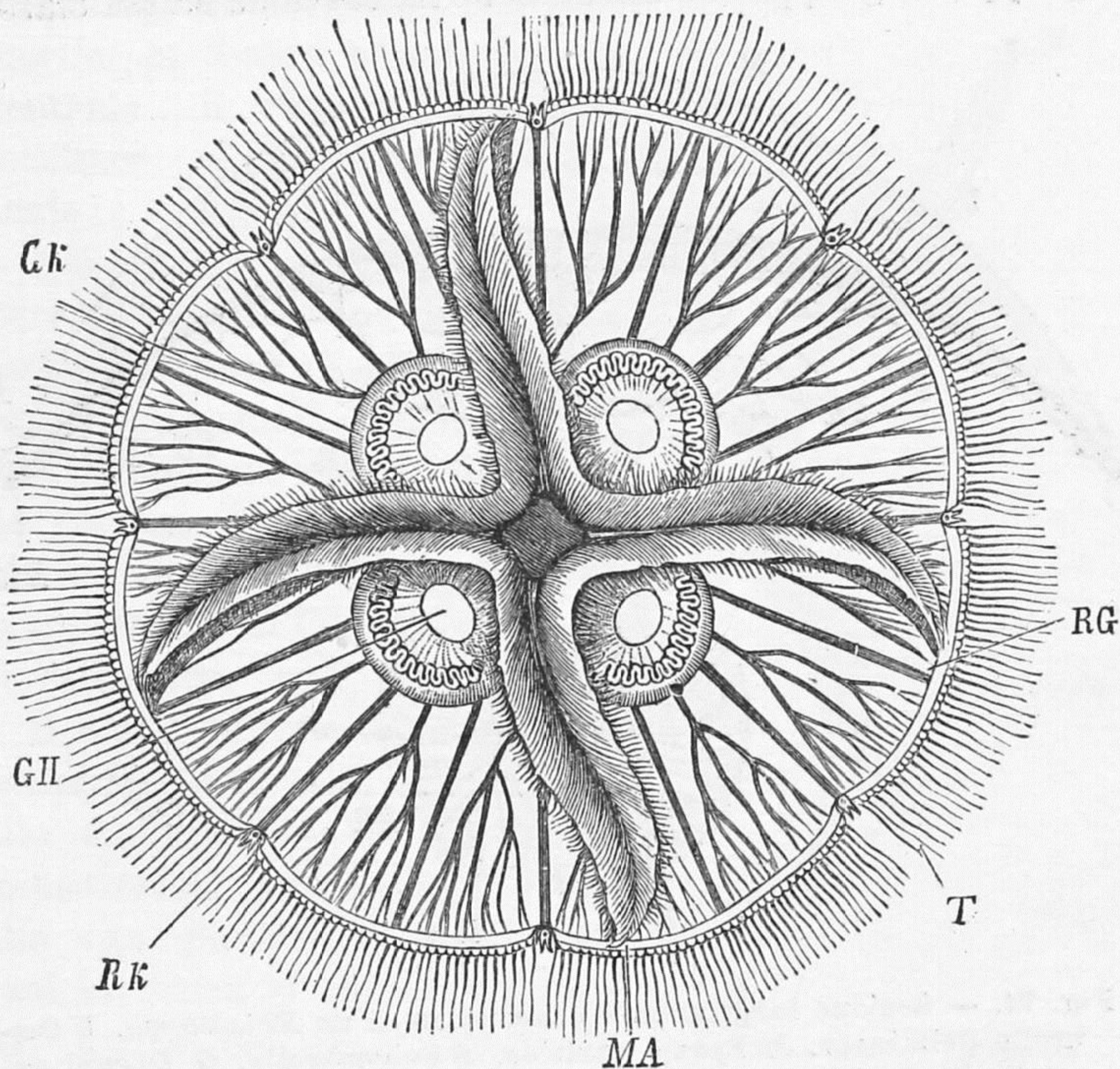



Fig. 73. — *Aurelia aurita*, vista dal lato boccale. *MA* I quattro bracci boccali con l'apertura al centro, *Gk* Rosette genitali, *GH* Apertura della cavità genitale, *Rk* Corpuscoli marginali, *RG* Vasi radiali, *T* Tentacoli marginali.

mezzi disposti raggiatamente, ai quali si dà il nome di lamine mesenteroidi. Queste concamerazioni si prolungano fino nei tentacoli e comunicano col sistema dei vasi ramificati delle pareti del corpo. Negli Antozoi coloniali le varie cavità gastro-vascolari comunicano fra di loro per mezzo di un sistema di vasi. Lungo il margine libero delle lamine mesenteroidi si trovano in varì

casi, come ad esempio nelle Attinie corpi filiformi speciali detti enteroidi, i quali portano nematocisti, cellule ghiandolari e cellule di senso. La digestione dei Celenterati è, a quanto pare, intercellulare.

Nei Vermi gli organi digerenti variano molto da gruppo a gruppo ed anche nelle forme della stessa classe

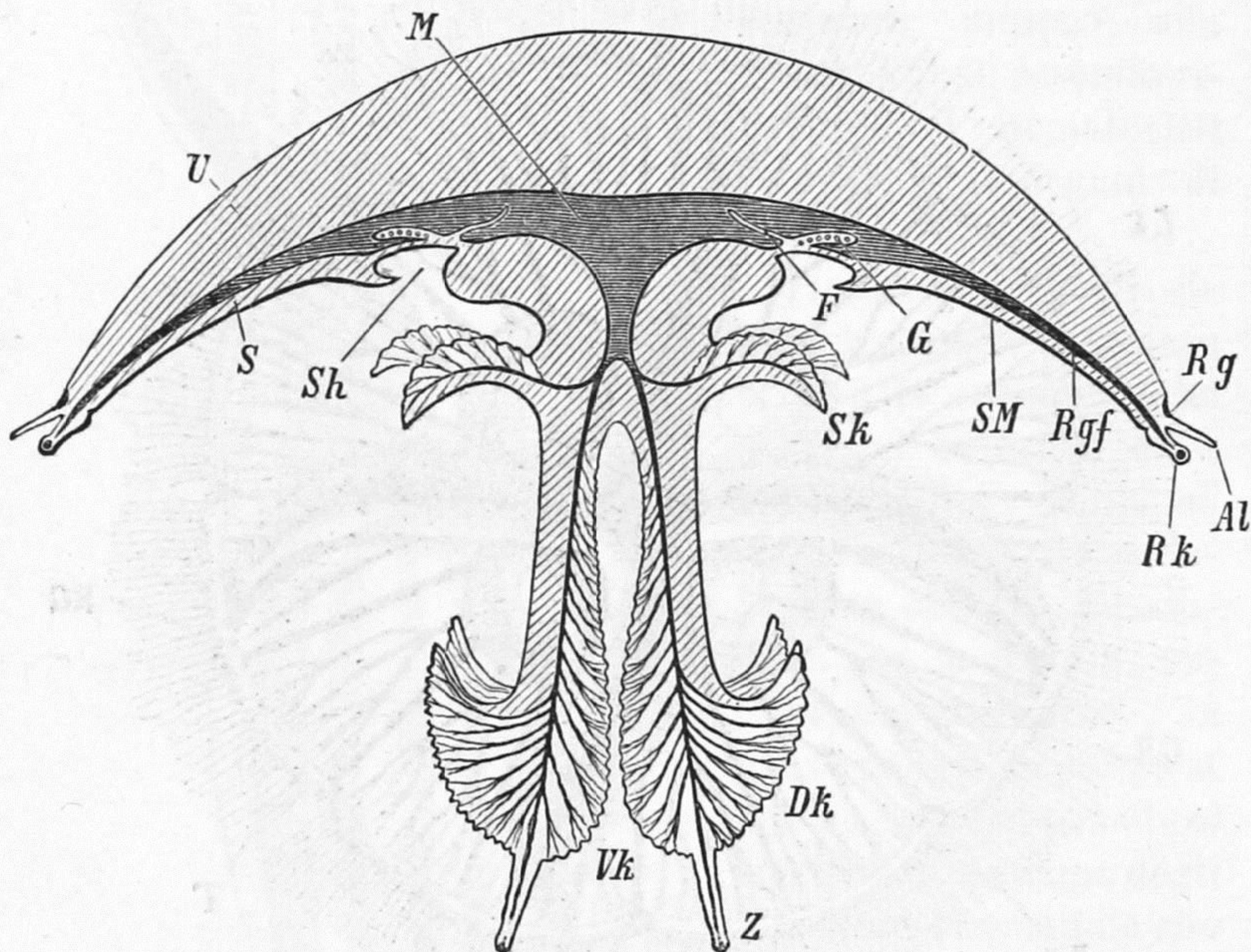



Fig. 74. — Sezione longitudinale schematica di un *Rhizostoma*. *U* Ombrello gelatinoso, *M* Spazio gastrico, *S* Subombrello, *G* Organi genitali, *Sh* Cavità dell'ombrello, *F* Filamenti, *SM* Muscoli subombrellari, *Rgf* Vasi radiali, *Rk* Corpi marginali, *Rg* Fossetta olfattoria, *Al* Lobo oculare, *Sk* Ripiegature scapulari, *Dk* Ripiegature dorsali, *Vk* Ripiegature ventrali delle 8 braccia, *Z* Estremità delle braccia.

vi sono differenze grandi secondo che le specie fanno vita libera o sono più o meno schiettamente parassite. In linea generale si può ritenere che il parasitissmo induce la riduzione progressiva dell'apparato digerente, tanto da farlo scomparire intieramente in varii casi.

Nei Turbellari, fra i Platelminti, il canal digerente ha una sola apertura che serve all'introduzione degli alimenti e alla espulsione dei residui indigesti. Segue alla

bocca una faringe muscolare, talvolta protrattile a guisa di tromba. Lo stomaco esiste nella maggior parte dei casi ed è spesso più o meno ramoso. Le ramificazioni, nei casi ove esse sono ben sviluppate, si anastomizzano talvolta fra loro e costituiscono un apparato circolatorio pel liquido nutritizio. Nei Nemertini la bocca è anteriore e ventrale, il canal digerente è rettilineo ed ha una apertura anale.

Nei Trematodi l'apparato digerente presenta una bocca, una faringe, spesso un esofago, e un canale intestinale ora semplice, ora bifido, ora anche più o meno ramoso. Nei Cestodi manca totalmente il canal digerente e la nutrizione si fa per endosmosi attraverso agli integumenti.

Il canal digerente è nei Nematelminti talvolta incompleto allo stato adulto, in seguito a metamorfosi regressiva dovuta alla vita parassitica. In questi casi la bocca si chiude e il primo tratto del canal digerente si atrofizza. In ogni caso la bocca è collocata all'estremità del capo. Essa conduce in un tubo esofageo più o meno lungo e rivestito internamente da uno strato cuticolare con ripiegature ed anche talvolta con denti chitinosi. L'intestino che tiene dietro all'esofago è ampio, cilindrico e non si apre direttamente all'esterno; ma bensì in una dilatazione cloacale, la quale riceve pure lo sbocco dei canali dell'apparato riproduttore. L'apertura cloacale esterna ora è apicale, ora è ventrale (fig. 74).

Fig. 75. — Canale intestinale d'un giovane Nematode *O* Bocca, *Oe* Intestino boccale (esofago) con la sua dilatazione faringea *Ph*, *D* Intestino medic *A* Ano

Il canale digerente dei Vermi Discofori presenta sem-

pre un' apertura boccale ed una apertura anale ed è collocato lungo l' asse longitudinale del corpo. La bocca ora si apre in fondo ad una ventosa circondata da labbra, come ad esempio nel genere *Hirudo*, ora invece sta all' estremità di una tromba protrattile, come ad esempio nel genere *Clepsine*. Nel primo caso vi è un apparato destinato a incidere la pelle costituito da tre mascelle chitinose col margine dentato. Alla bocca tiene dietro una faringe muscolosa che mette in un intestino di forma variabile. Ora esso è semplice e cilindrico, ora presenta un numero vario di ciechi laterali, come nella comune Sanguisuga.

Ghiandole speciali versano il loro prodotto alla base delle mascelle dentate, chitinose, che si trovano in varie specie, o entro all'esofago. A tali ghiandole venne dato il nome di ghiandole salivari. Si discute tuttora sulla vera natura del secreto di queste ghiandole.

Il canal digerente degli Anellidi presenta pure un'apertura boccale e una apertura anale. La bocca è anteriore, terminale o ventrale, od anche può essere collocata alla base di una tromba assai lunga, come nel genere *Bonellia*. La parte anteriore del canale intestinale si divide spesso in varî segmenti colle pareti muscolari notevolmente sviluppate.

Nei Chetopodi vi ha un vero apparato mascellare con varie paia di lamine chitinose dentate. La parte mediana del canal digerente, che è la parte principale, presenta talvolta dei rigonfiamenti e dei restringimenti i quali corrispondono ai segmenti interni delimitati da dissepimenti trasversali.

La parte terminale dell' intestino si continua per lo più, senza delimitazione precisa dell'intestino medio, fino all' apertura anale.

In rapporto col canale intestinale vi sono varie sorta di ghiandole, le quali sono tuttavia poco note per ciò che riguarda la natura del loro secreto. Quelle che sboccano nella parte anteriore dell' intestino si sogliono designare col nome di ghiandole salivari; le altre vengono dette ghiandole epatiche.

Anche negli Echinodermi, come nei Vermi, la forma del canale digerente varia molto da gruppo a gruppo. Negli Oloturidi il canale digerente è più lungo del corpo e si può dividere nelle parti seguenti (fig. 75): bocca faringe, stomaco, intestino propriamente detto e cloaca. L'apertura boccale è collocata nel mezzo della corona di tentacoli. Nella cloaca oltre all'intestino sboccano pure i così detti organi ar-

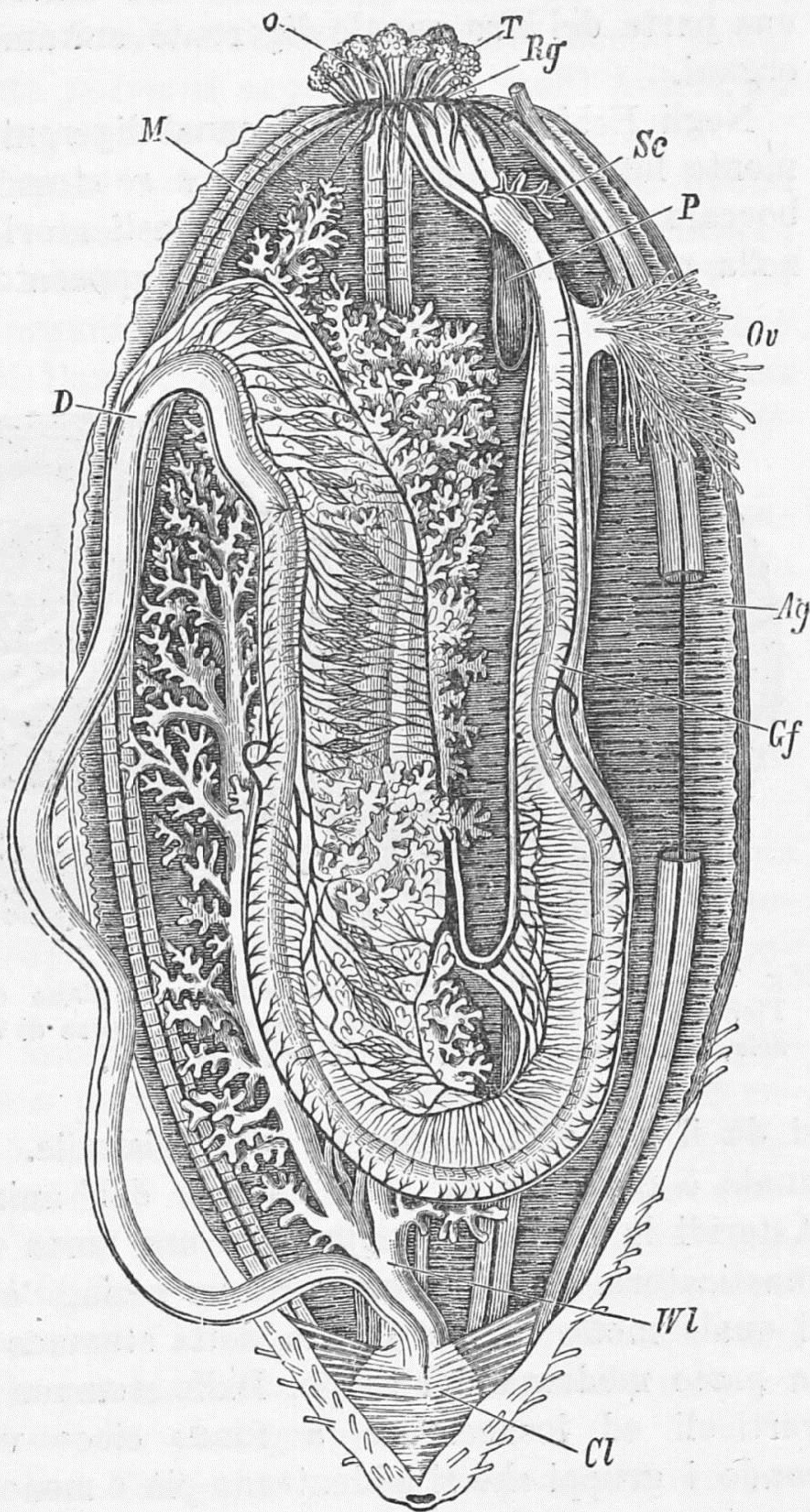



Fig 76. — *Holothuria tubulosa.* tagliata longitudinalmente (secondo Milne-Edwards). *O* Bocca al centro dei tentacoli (*T*), *D* Tubo digerente, *Sc* Canale pietroso, *P* Vescicola di Poli, *Rg* Vaso anulare del sistema acquifero, *Ag* vaso ambulacrale, *M* Muscoli longitudinali, *Gf* Vaso sanguigno dell'intestino, *Ov* Ovario, *Cl* Cloaca, *Wl* i così detti Polmoni.

borescenti. È notevole il fatto che le Oloturie quando si trovano in cattive condizioni di esistenza espellono una parte del loro canale digerente unitamente ad altri organi.

Negli Echinidi (fig. 76) il canal digerente è notevolmente lungo ed è ripiegato sopra sè stesso. L' apertura boccale è provvista di organi masticatori che stanno nella parte interna del corpo. All' apparato masticatore

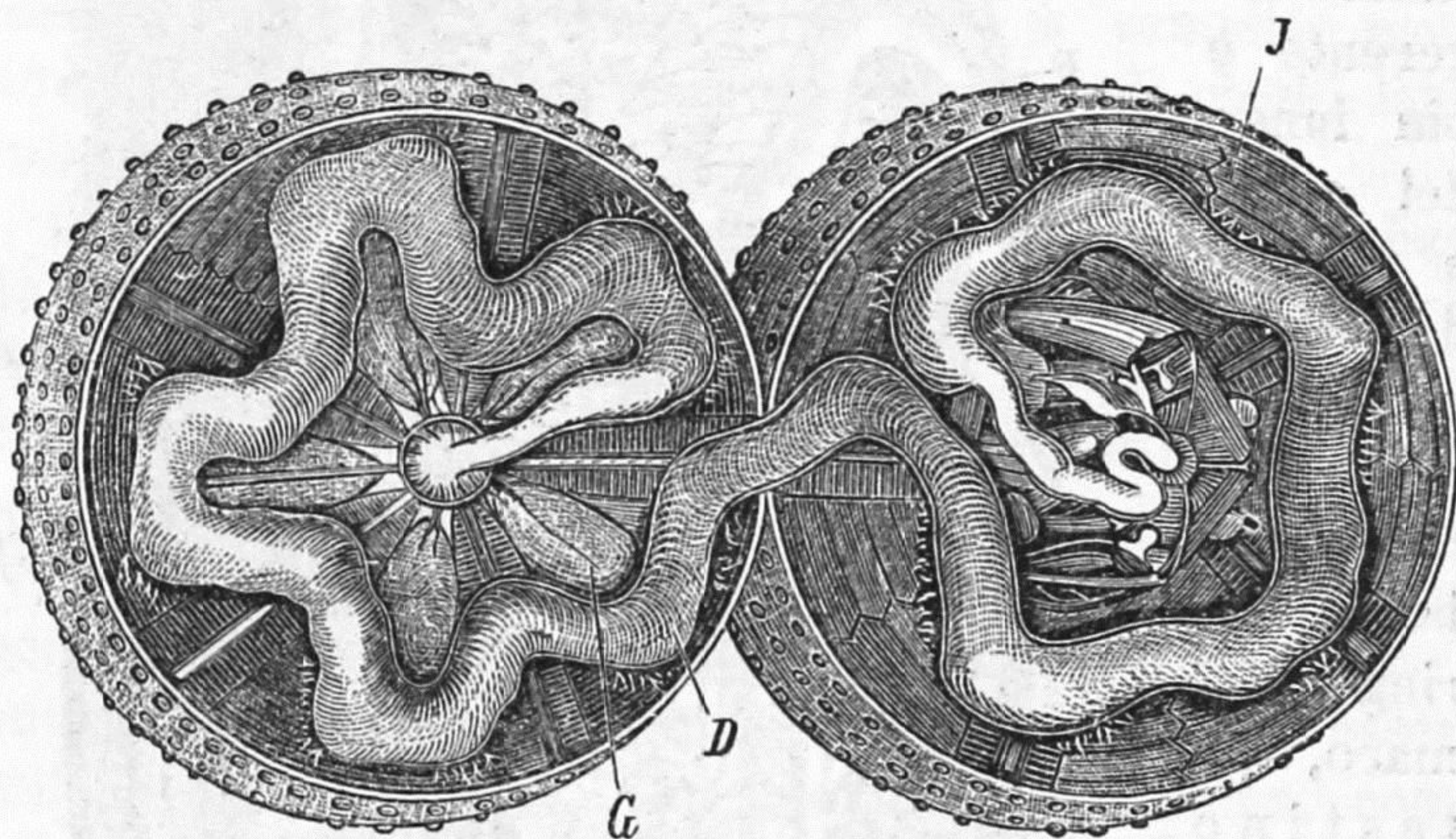



Fig. 77. — Riccio di mare aperto secondo il piano equatoriale (da Tiedemann). *D* Tubo digerente fissato per mezzo di briglie del guscio, *G* organi sessuali, *J* Piastre interradiali.

si dà il nome di Lanterna di Aristotile. L' apertura anale è collocata al pôlo aborale dell' animale. Negli Asteridi la bocca presenta pure una sorta di apparato masticatore. Dalla bocca parte un esofago corto e largo il quale mette in una cavità detta stomaco che occupa la parte mediana del corpo. Dallo stomaco partono diverticoli ed insaccature a fondo cieco variabili secondo i gruppi che si addentrano più o meno nei bracci. Lo stomaco, nel maggior numero degli Asteridi, per mezzo di un intestino corto, si termina in un'apertura anale collocata nella regione aborale.

Nei Crinoidi finalmente il canal digerente è ripiegato in modo che l' apertura anale è collocata interradialmente in vicinanza della bocca.

Lungo il canal digerente degli Echinodermi si osservano organi di funzione non ben nota, come ad esempio i così detti *organi arborescenti*, chiamati anche molto impropriamente *polmoni acquatici* da molti Autori, ed il così detto *organo* di Cuvier degli Oloturidi.

Forse gli organi arborescenti delle Oloturie hanno varie funzioni: essi servono come organi idrostatici, come organi respiratori, e come organi secretori od anche come organi amebocitogenici: ma tutto ciò è molto incerto. Pare che l' organo di Cuvier si possa considerare come una modificazione di organi arborescenti e che esso serva come organo di difesa.

Il canal digerente degli Artropodi, considerati complessivamente, presenta una complicatezza di struttura e una divisione di lavoro fisiologico notevolmente grandi.

Il canal digerente percorre tutta la lunghezza della cavità viscerale ed ha una apertura boccale collocata nella parte centrale del capo ed una apertura anale ordinariamente collocata nell'ultimo metamero.

Il canal digerente può venir diviso, nella massima parte dei casi, nelle seguenti parti principali: 1.° intestino anteriore; 2.° intestino medio; 3.° intestino posteriore.

L'intestino anteriore presenta anzitutto la bocca colle sue armature o parti boccali. Già si è parlato nel capitolo relativo allo scheletro delle appendici dei metameri del corpo degli Artropodi e del significato morfologico delle parti boccali. Il lettore che desidera maggiori particolari intorno al loro variare nei diversi gruppi di Artropodi consulti i trattati di Zoologia dove tali parti vengono molto minutamente descritti, servendo esse per la classificazione dei varî gruppi.

Dopo la bocca, l'intestino anteriore presenta una regione che vien detta esofago che spesso si apre in una dilatazione, di forma e di sviluppo variabilissimi, nella quale le pareti sono per lo più molto robuste e presentano nell'interno lamine, creste, denti, peli, setole, in poche parole tutta una serie svariatissima di armature chiti-

nose che hanno fatto dare a questa parte la denominazione di stomaco masticatore od anche di ventriglio. In varî casi vi sono pure dilatazioni speciali che funzionano da ingluvie, cioè da serbatoi di cibo. In altri casi, come ad esempio in molti insetti succiatori, si hanno diverticoli speciali i quali funzionano da organi succiatori, e perciò vengono anche designati col nome di stomachi succiatori.

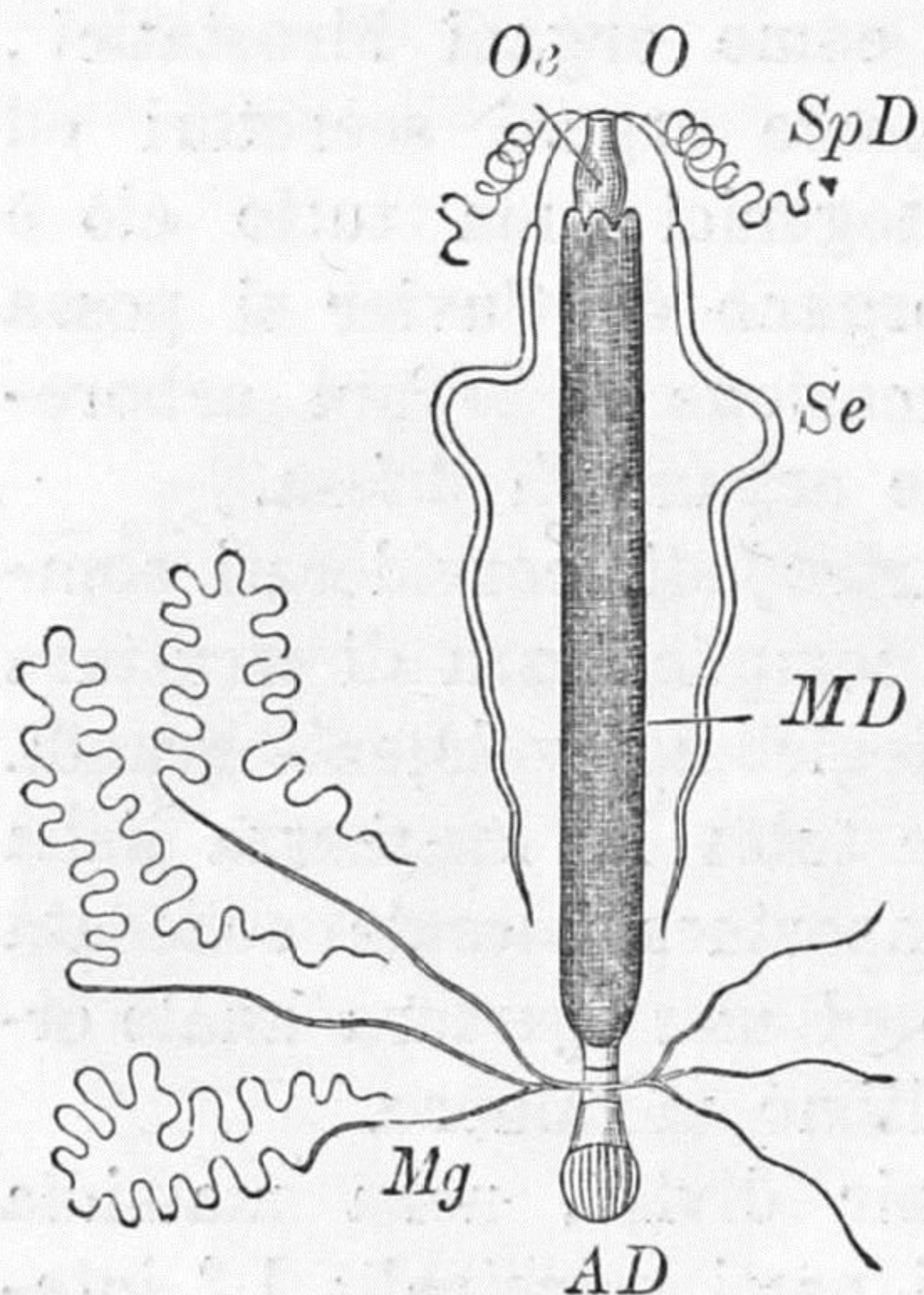



Fig. 78. — Canale digerente di una larva d'insetto con le annesse glandule. *O* Bocca, *Oe* Esofago, *SpD* Glandule salivali, *Se* Glandule sericee o sericterii, *MD* Intestino medio, *AD* Intestino terminale, *Mg* Vasi malpighiani.

Gli Autori non sono d'accordo sulle funzioni che compiono le varie parti dell'esofago sopra menzionate e in particolar modo dello stomaco masticatore; ma l'indole di questo libro non ci concede di addentrarci in tali questioni.

La porzione più importante dell'intestino medio piglia il nome di intestino chilifico e possiede per lo più numerosi ciechi ghiandolari che preparano sostanze destinate alla trasformazione del cibo.

L'intestino terminale è generalmente il tratto più breve del canal digerente, e talvolta è provvisto esso pure di ciechi laterali. Nell'intestino terminale vengono a versare il loro prodotto gli organi escretori conosciuti col nome di Vasi Malpighiani, di cui diremo parlando degli organi escretori.

Oltre agli organi ghiandolari sopra menzionati è d'uopo ricordare pure numerose ghiandole che versano il loro prodotto nel primo tratto del canale intestinale e che vengono designate col nome di ghiandole salivari, sebbene non sia ben accertato se il loro secreto corrisponda realmente alla saliva degli animali superiori.

Il parassitismo che si osserva in varî gruppi di Artropodi opera sui canali digerenti in un modo analogo a quello che già abbiamo osservato nei Vermi, vale a dire ne induce la atrofia più o meno estesa.

È pure d'uopo ricordare qui che negli Artropodi nei quali il fenomeno delle metamorfosi è ben spiccato, il canal digerente si presenta nella stessa specie molto variamente conformato nei varî stadî di sviluppo e che per lo più i cambiamenti di struttura coincidono coi cambiamenti di regime (fig. 77-78). È d'uopo menzionare qui ancora una particolare conformazione dell' intestino delle larve acquatiche delle Libellule e di altri Insetti strettamente legati coll' acqua nei primi stadî del loro sviluppo. In questi insetti l' ultima parte dell' intestino presenta una serie di lamelle le quali hanno una grande quantità di trachee nel loro spessore e funzionano come organi respiratorî.

Fig. 79. — Canale intestinale di una farfalla. *R* Proboscide (mascelle), *Sp* Glandule salivali, *Oe* Esofago, *S* Ingluvie o stomaco succhiatore, *Mg* Tubi malpighiani, *Ad* Intestino terminale.

Nei Molluschi il canal digerente è più lungo della cavità del corpo e si presenta più o meno circonvoluto. L'apertura anale ora è collocata al polo aborale, come ad es. nei Molluschi meno elevati, ora invece essa si scosta più o meno dal polo aborale, la qual cosa è probabilmente dovuta alla formazione ed allo sviluppo asimmetrico del mantello e della conchiglia.

Il canal digerente dei Molluschi si divide come quello

degli Artropodi in tre parti: intestino anteriore, intestino medio e intestino posteriore. Queste parti variano molto nel gruppo dei Molluschi. L'intestino anteriore presenta, nella maggior parte dei casi, una così detta faringe la quale serve alla presa ed alla triturazione degli alimenti e possiede la *radula*. Questa è una membrana cuticolare irta di denti e di uncini, talvolta in parte, articolati. Inoltre vi hanno spesso organi masticatori speciali in forma di vere mascelle costituite da varî pezzi ora saldati insieme, ora divisi, duri e taglienti. Nei Cefalopodi le mascelle sono foggiate a mo' di un becco di pappagallo.

L'esofago presenta talvolta speciali dilatazioni a modo di ingluvie ed inoltre presenta uncini di consistenza cornea o cartilaginea.

L'intestino medio ora è semplice, ora è a sua volta diviso in varie concamerazioni. L'intestino terminale ha spesso una speciale dilatazione.

Numerose ghiandole si trovano in rapporto colle varie parti dei canal digerente. Coll'intestino anteriore sono in rapporto le ghiandole dette salivari, di numero, di forma, e di funzione variabili. Coll'intestino medio sono in rapporto formazioni ghiandolari le quali provengono da differenziamenti della parete intestinale stessa e che funzionano da organi epatici.

Sono da ricordarsi a tal proposito i Molluschi Opistobranchi e gli Eolididi nei quali il fegato è rappresentato da numerose appendici a fondo cieco che partendo dall'intestino medio penetrano nei prolungamenti dorsali e comunicano, talvolta con un così detto sacco cnidofero, il quale a sua volta comunica coll'esterno per mezzo di un canaletto.

L'intestino terminale ha pure organi ghiandolari di varia natura, fra i quali accenneremo particolarmente alla così detta borsa del nero dei Cefalopodi. L'organo produttore del nero consta essenzialmente di una porzione nella quale stanno gli elementi cellulari secernenti e di parti che funzionano da serbatoio e da condotto escretore. Quest'ultimo si apre nell'intestino terminale.

Il canale digerente dei Cordonî deve venir esaminato anzitutto nel sottotipo dei Tunicati. Il canale digerente di questi animali si può dividere in due parti principali, vale a dire: in un vestibolo respiratorio o cavità branchiale e nella parte intestinale propriamente detta. Della parte respiratoria diremo a proposito degli organi respiratorî. La parte propriamente detta intestinale incomincia alla parte posteriore della cavità branchiale e può essere a sua volta suddivisa in varie regioni, ossia: un esofago e un intestino medio al quale segue un tratto più o meno lungo e ripiegato, che nell' ultima sua parte piglia il nome di intestino terminale. Ora l'intestino viene a collocarsi per un tratto maggiore o minore ai lati della cavità branchiale, ora invece sta tutto al disotto di essa. Nelle Salpe l' intestino e le parti che ne dipendono si accumulano in una massa che viene anche designata col nome di nucleo. Nell'intestino medio vi sono ciechi speciali che si considerano come organi epatici.

Nei Leptocardi e nei Vertebrati il canale intestinale costituisce un tubo che sta sotto allo scheletro assiale, e che può essere diviso in due parti morfologicamente e fisiologicamente distinte. La porzione anteriore funziona nei Leptocardi da organo respiratorio, analogamente a quanto si osserva nei Tunicati. Nei Vertebrati propriamente detti l'apparato respiratorio nello stato di sviluppo completo, appare distinto dall' apparato digerente, ma dallo studio embriologico risulta che essi derivano direttamente dal canale intestinale stesso.

Nei Leptocardi il tratto intestinale incomincia all'indietro della porzione respiratoria. In questi animali la cavità boccale ha la forma di imbuto e si apre ventralmente con una bocca fatta a mo' di fessura longitudinale. In rapporto colla bocca è una serie di tentacoli disposti a ferro di cavallo. Questi tentacoli portano cellule speciali di senso, forse cellule gustative, e internamente presentano prolungamenti semicartilaginei. La cavità boccale è separata dalla cavità branchiale da un

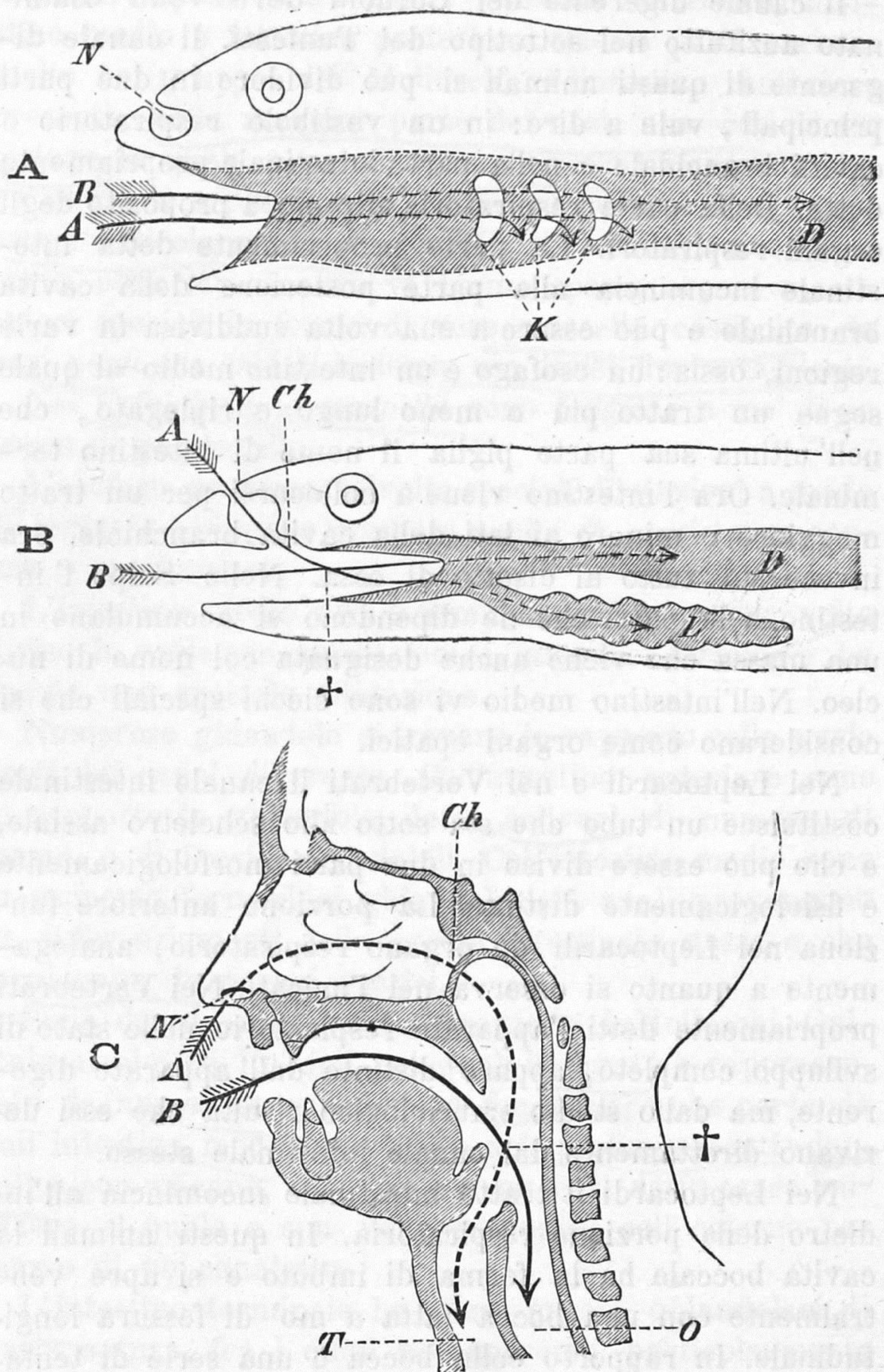



Fig. 80. — *Schema dell'intestino boccale dei pesci* (A), *anfibi, rettili (uccelli)* (B), *e mammiferi* (C), *N* Entrata dell'apertura nasale, *Ch* Coane, *D* Intestino, *K* Fori branchiali, *L* Polmone, *T* Trachea, *O* Esofago. La freccia segnata con *A* indica il canale aereo, quella con *B* il canale digerente Il segno + mostra il punto d'incrociamento d'ambedue.

anello muscolare rinforzato da parti cartilaginee. La cavità branchiale si estende sino all'origine del così detto **cieco epatico** che è un prolungamento a fondo cieco del tratto intestinale digerente. L'ultimo tratto del canale digerente, o intestino terminale, è rettilineo ed è un po' assottigliato verso l'apertura anale.

In **tutti i Vertebrati il** canal digerente si divide in intestino anteriore, **intestino medio** e intestino posteriore. Il primo si estende fino allo sbocco del condotto escretore del fegato e si suddivide: in cavità boccale, in faringe, in esofago ed in

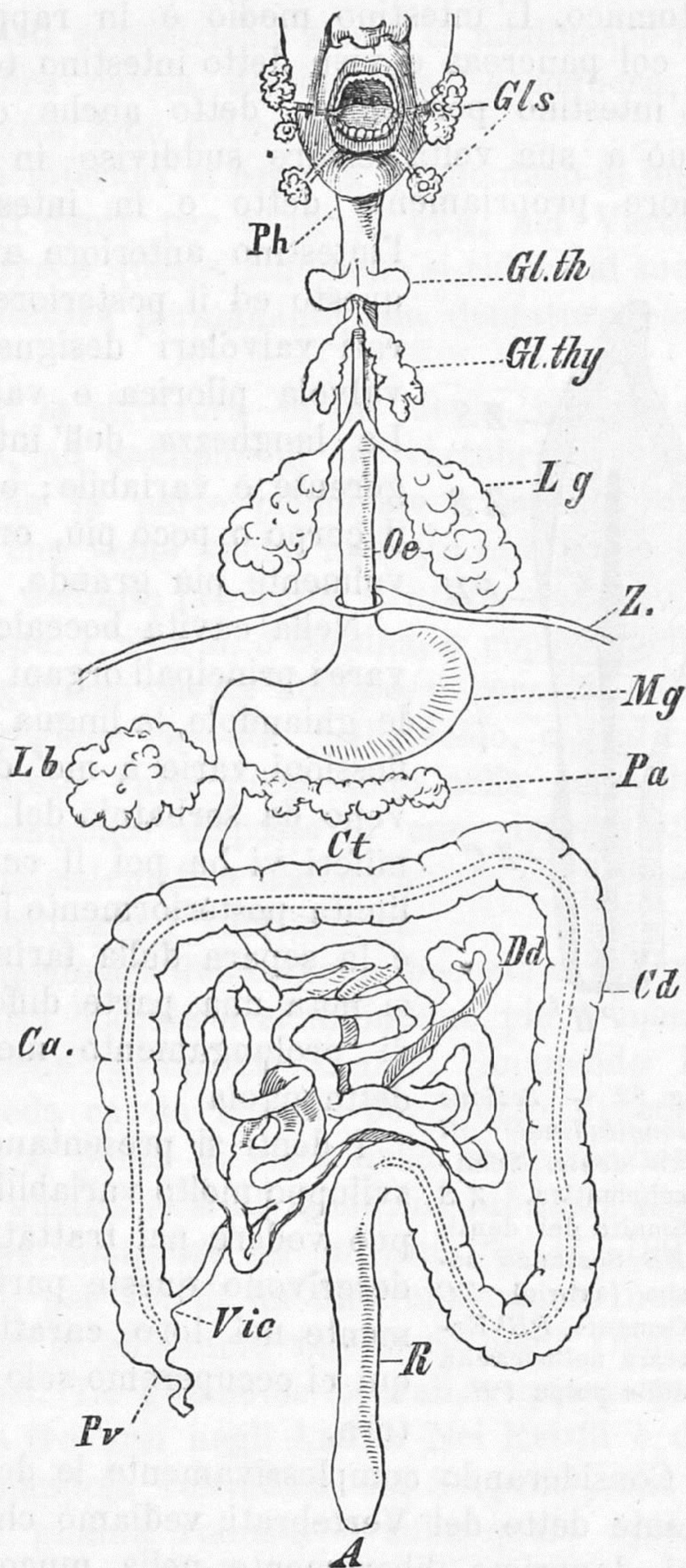



Fig. 81 — *Prospetto schematico dell'intero tratto intestinale dell'uomo. Gls* Glandole salivari, *Ph* Faringe, *Gl. th* Glandola tiroidea, *Gl thy* Glandola timo, *Lg* Polmone, *Oe* Esofago. *Z* Diaframma, *Mg* Stomaco, *Lb* Fegato. *Pa* Pancreas, *Dd* Intestino tenue (medio), *Vic* Valvola ileo-colica, *Pv* Processo vermiforme, *Ca* Colon ascendente, *Ct* Colon trasversale, *Cd* Colon discendente, *R* Retto, *A* Ano.

stomaco. L'intestino medio è in rapporto col fegato e col pancreas e vien detto intestino tenue o duodeno. L'intestino posteriore, detto anche crasso o colon, può a sua volta essere suddiviso in intestino posteriore propriamente detto e in intestino retto. Fra l'intestino anteriore e il medio, o fra questo ed il posteriore, vi sono apparati valvolari designati coi nomi di valvola pilorica e valvola ileo-colica. La lunghezza dell'intiero canale digerente è variabile; ora essa è quanto il corpo o poco più, ora invece è notevolmente più grande.

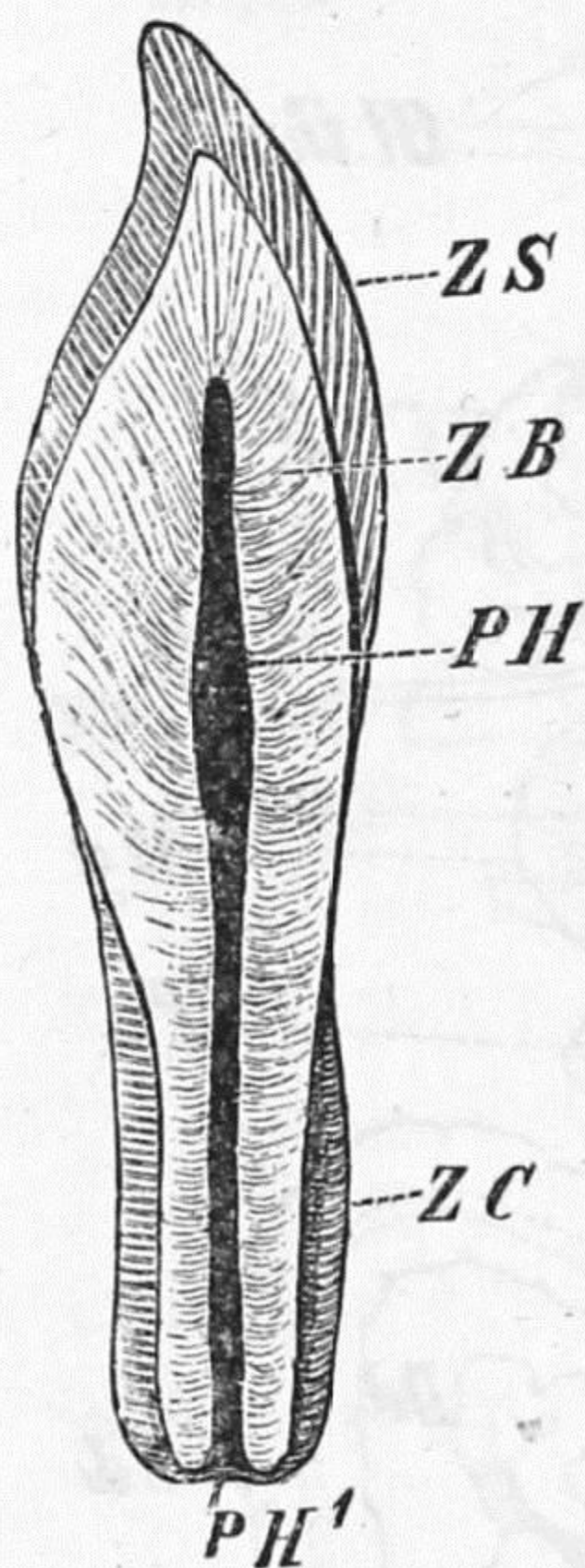



Fig. 82. — *Sezione longitudinale di un dente*. Semi-schematica. *ZS* Smalto dei denti, *ZB* Sostanza ossea (avorio), *ZC* Cemento, *PH*¹ Entrata nella cavità della polpa *PH*.

Nella cavità boccale si possono trovare i principali organi seguenti: i denti, le ghiandole, la lingua e talvolta estroflessioni varie a mo' di tasche che servono da serbatoio del cibo. Nei mammiferi vi ha poi il *velo palatino* che limita posteriormente la cavità boccale e la separa dalla faringe. Nei Primati si nota una parte differenziata a mo' di prolungamento mediano che vien detta ugola.

I denti si presentano di forma e di sviluppo molto variabili, come il lettore può vedere nei trattati di zoologia che descrivono queste parti molto minutamente nei loro caratteri esterni. Noi qui ci occuperemo solo della loro struttura.

Considerando complessivamente le dentature propriamente dette dei Vertebrati, vediamo che i denti formatisi dapprima liberamente nella mucosa boccale per l'unione di parti che si differenziano sia dall'epitelio, sia dallo strato connettivo sottostante, contraggono a poco a poco aderenze colle parti scheletriche che delimitano la cavità boccale, e nei casi di maggior complicatezza

di struttura le parti scheletriche stesse si modificano in modo da costituire cavità destinate ad accogliere i denti. Queste cavità sono dette *alveoli*.

Nei Vertebrati inferiori si osserva il fenomeno di una muta continua di denti per tutta la vita; nei Vertebrati superiori invece questo fenomeno si riduce al succedersi della dentatura permanente alla dentatura così detta da latte.

Se si esamina la struttura di un dente completamente sviluppato, ad esempio di un vertebrato superiore, si vede che la parte principale è formata dal tessuto dentale, che viene anche indicato col nome di *dentina*, il quale delimita la *cavità dentale* contenente la *polpa del dente*. L'avorio, o dentina, è coperto nella regione che sporge nella cavità dentale, o *corona*, dallo *smalto* e nella regione che sta nell'alveolo, o *radice*, dal *cemento*. Queste varie parti sono nella serie dei Vertebrati diversamente disposte le une rispetto alle altre e la zoologia sistematica trae da queste parti buoni caratteri per classificare i varî gruppi.

Gli organi ghiandolari della cavità boccale si sviluppano dalla mucosa boccale e si affondano più o meno profondamente nelle regioni circostanti, rimanendo in comunicazione colla cavità boccale per mezzo di condotti escretori. Dal punto di vista della conformazione generale, queste ghiandole si dividono: in *tubulose semplici*, in *tubulose composte* ed in *aciniformi*. Dalle ghiandole boccali, per via di un differenziamento notevole, si originano le ghiandole velenifere degli Ofidî e dei Sauri velenosi. Le ghiandole boccali, a quanto pare, cominciano a trovarsi negli Anfibî. Nei Rettili è da ricordarsi la ghiandola velenifera dei Serpenti, che è avvolta da una guaina robusta e sulla quale agisce una muscolatura potente che spinge il secreto entro al suo tubo escretore. Quest' ultimo è in rapporto col dente velenifero che essendo scanellato o canalicolato è in condizioni di inoculare il veleno nella ferita. I denti veleniferi a mano a mano che si rompono ven-

gono sostituiti da altri. Gli autori non sono ancora d' accordo sulla natura e sulla azione fisiologica del veleno dei Serpenti.

Negli Uccelli le ghiandole boccali, sebbene variamente conformate, si possono tuttavia ritenere omologhe a quelle dei Rettili. Nei Mammiferi le ghiandole boccali principali vengono divise secondo la loro posizione in: *parotidi*, *sottomascellari* e *sottolinguali*, e comunicano con condotti propri, conosciuti coi nomi di condotti stenoniani, vartoniani, e di Bartolini, colla cavità boccale. — Organo pure importantissimo della cavità boccale è la lingua. Nei Pesci la lingua, salvo poche eccezioni, è, si può dire, rudimentale: negli Anfibî, fatta pure eccezione pel gruppo degli Aglosi, la lingua è ben sviluppata ed ha una muscolatura pro-

Fig. 83. — *Denti velenosi*. **A** Scheletro del capo del serpente a sonagli, **B** Sezione trasversale verso circa la metà del dente velenoso della *Vipera ammodytes*, **C** Sezione trasversale del dente velenoso della *Vipera ammodytes* vicino alla sua estremità anteriore. **B** e **C** da Leydig. *Gz* Dente velenoso, *Rz* Dente di riserva, *GC* Canale del veleno, *PH* Cavità della polpa.

pria; inoltre essa è assai mobile. La stessa cosa si dica per la lingua dei Rettili e degli Uccelli. Non raramente in questi Vertebrati la lingua diventa un organo efficacissimo di presa pel cibo. Nei Mammiferi la lingua è molto sviluppata ed ha pure grande mobilità. La mucosa che riveste la lingua presenta talvolta inspessimenti cornei e papille di forma varia.

L'intestino anteriore, come sopra già si è detto, si suole dividere in due parti: esofago e stomaco. Nei Ciclostomi, nei Dipnoi, ad esempio, fra i Pesci, ed in alcuni urodeli, fra gli Anfibî, il canal digerente è si può dire egualmente largo per tutto il suo decorso, tanto che non solo le due regioni sopradette non sono separabili esternamente fra loro; ma anche la separazione dell'intestino anteriore dal medio è solo determinata dal punto di imbocco del canale coledoco. Negli altri Pesci e negli Anfibî in generale la regione dello stomaco tende a dilatarsi a mo' di sacco e si ripiega ad ansa. In questo caso si suole distinguere nello stomaco una porzione discendente ed una porzione pilorica ripiegata. Nei Rettili l'esofago è nettamente diviso dallo stomaco e nei Coccodrilli vi ha un disco tendineo che si trova sopra ciascuna faccia della parete muscolare analogamente a quanto si osserva, ma in grado più sviluppato, negli Uccelli.

Fig. 84. — *Disposizione schematica dell'intestino anteriore di un uccello.* *Oe*, *Oe*¹ Esofago, *Ig* Ingluvie, *DM* Stomaco glandolare, *MM* Stomaco muscolare, *MD* Intestino medio.

Negli Uccelli l'esofago è più o meno lungo secondo la lunghezza del collo: ora è semplice, ora è più o meno dilatato per un certo tratto, ora presenta un

un vero sacco laterale che piglia il nome di *ingluvie*. Lo stomaco è suddiviso in due parti. La prima è ricca di ghiandole e viene detta *stomaco ghiandolare*, la seconda piglia il nome di *stomaco muscolare* o *ventriglio*. Questa seconda parte è particolarmente sviluppata negli Uccelli granivori.

Nei Mammiferi l'esofago è in generale ben distinto dallo stomaco. In quest'ultimo per lo più si distinguono una regione cardiaca che confina coll'esofago ed una regione pilorica, che sta presso all'intestino medio. Maggiore è nei Ruminanti la divisione e la complicazione delle parti, poichè vi partecipa pure l'esofago colla sua estremità cardiaca dilatata lateralmente in un sacco corrispondente ad una ingluvie, il quale piglia il nome di *rumine* o *pancione*: esso funziona da serbatoio del cibo; in vicinanza immediata col rumine trovasi la seconda parte detta *reticolo* o *cuffia*, la quale pure proviene dall'esofago: al reticolo tiene dietro l'*omaso* o *cento pelli* che corrisponde alla porzione cardiaca dello stomaco; per ultimo viene l'*abomaso* o *caglio*, il quale corrisponde alla porzione pilorica dello stomaco propriamente detto. L'abomaso contiene le ghiandole pepto-gastriche, e quindi rappresenta lo stomaco digerente propriamente detto.

Nello stomaco dei Ruminanti è conformazione molto importante la così detta *doccia esofagea:* l'esofago in corrispondenza del rumine e del reticolo resta incompleto per la mancanza di una parte delle sue pareti e presenta invece due ripiegature della mucosa che formano appunto un semicanale o doccia, che trovasi così fra il cardias e l'omaso. Un bolo alimentare molto pesante e voluminoso allontana le labbra della doccia e cade nel rumine e nel reticolo; al contrario una sostanza semiliquida scorrendo tranquillamente nella doccia penetra senz'altro nell'omaso. Così le grandi quantità di foraggio, imperfettamente masticate, quando vengono inghiottite cadono nel rumine dove si mescolano con muco e poscia ritornano alla bocca e di qui, ridotte in

poltiglia per opera della insalivazione e della masticazione passano nell'omaso.

L'intestino medio è nella sua prima porzione in rapporto col fegato e col pancreas. L'intestino medio forma la parte più lunga del canal digerente: la sua lunghezza è tuttavia molto variabile.

Si può ritenere in linea generale, ma non in modo assoluto, che nei Vertebrati erbivori o fitofagi la sua lunghezza è paragonata alla lunghezza del corpo dell'animale, maggiore che nei Vertebrati Carnivori.

Nei Plagistomi, nei Dipnoi e nei Ganoidi fra i Pesci è da ricordarsi la lamina sporgente nel lume dell'intestino, detta *valvola* o *ripiegatura a spirale*, la quale serve ad aumentare la superficie interna dell'intestino. In molti Pesci inoltre si trovano le così dette *appendici piloriche*, le quali sono estroflessioni dell'intestino medio ed hanno forma e sviluppo assai variabili. A quanto pare, questi tubi a fondo cieco secernano succo enterico.

Fig. 85. — Tubo digerento nell'uomo. *Oe* Esofago, *M* Stomaco, *L* Milza, *H* Fegato, *Gb* Vescicola biliare, *P* Pancreas, *Du* Duodeno, in cui sbocca il coledoco e il condotto pancreatico, *Il* Ileo, *Co* Colon, *Coe* Cieco con l' appendice vermiforme *Pv*, *R* Retto.

Negli Anfibî, nei Rettili e nei Mammiferi l'intestino medio varia principalmente in lunghezza e pel numero e per la disposizione delle anse.

In rapporto coll'intestino medio, come già si è detto, sono il *pancreas* ed il *fegato*. Il fegato si può considerare come una ghiandola composta, a tipo tubuloso, vale a dire costituita da numerosi lobuli. Il fegato ha per principale prodotto di secrezione la *bile*, la quale è un liquido trasparente, giallo-bruno, o verde scuro, sensibilmente amaro.

Il fegato si origina da un diverticolo ventrale dell'intestino medio ed ha uno o più condotti escretori detti: *condotti coledochi* o *condotti epato-enterici*. Un diverticolo laterale a fondo cieco del condotto escretore piglia il nome di *cistifellea*.

Il Pancreas si origina pure, per quanto se ne sa, in un modo analogo al fegato e talvolta il suo condotto escretore si unisce con quello del fegato stesso. Il succo pancreatico normale è trasparente, senza colore nè odore, di sapore salato e fortemente alcalino.

L'intestino terminale nei Vertebrati inferiori, nei Selaci fra i pesci, presenta una speciale appendice ghiandolare. Negli Anfibî e nei Rettili l'intestino terminale è maggiormente delimitato e sbocca in una cavità comune coi condotti escretori urinarî coi condotti escretori dell'apparato riproduttore. A questa cavità vien dato il nome di *cloaca*. La cloaca si trova nei Selaci negli Anfibî, nei Rettili, negli Uccelli e nei Monotremi e in una parte dei Marsupiali fra i Mammiferi. Nei Vertebrati, a cominciare dai Rettili e salendo ai più elevati fra i Mammiferi, esiste quasi sempre al principio dell'intestino terminale un *intestino cieco*, il quale può avere sviluppo molto diverso nei varî gruppi.

Negli Uccelli l'intestino terminale presenta inoltre la così detta *borsa di Fabricio* organo intorno al cui significato si discute tuttora e che comunica colla cloaca.

Nei mammiferi l'intestino terminale è notevolmente lungo ed è tortuoso; soltanto l'ultima parte ha decorso rettilineo e a questa vien dato il nome di *colon* o di *intestino retto*.

Il canale intestinale è avvolto esternamente da una

membrana la quale è una duplicatura del *peritoneo* che riveste l'intera cavità del corpo. Ad essa si dà il nome di *mesogastrio*. La così detta *borsa dell'omento* deriva dal mesogastrio e può essere notevolmente sviluppata.

Il canal digerente si può ritenere costituito nelle sue pareti da tre strati: uno interno detto *mucoso*, uno medio detto *submucoso* ed uno esterno *muscolare*. Quest' ultimo è a sua volta avvolto dalla membrana peritoneale sopra menzionata. Lo strato interno è, ricco di formazioni ghiandolari ed ha proprietà secernenti ed assorbenti: lo strato medio è ricco di vasi sanguigni e di apparati linfoidi e lo strato esterno produce le contrazioni peristaltiche della parete intestinale.

Liquido importantissimo del canal digerente dei Vertebrati è il *succo gastrico*, il quale è chiaro, incoloro, con odore caratteristico, con forte reazione e con forte sapore acido. Esso contiene: la *pepsina* che scioglie le sostanze albuminoidi; l' *acido cloridrico* (e a quanto pare anche l'*acido lattico*); il *muco*; e varie sostanze minerali, come ad esempio il *cloruro di sodio* e il *cloruro di potassio*, ecc.

VII.

Organi respiratorî.

Nei Poriferi, nei Celenterati e in molti Vermi la respirazione o è puramente tegumentare, o si compie da porzioni determinate dell'apparato gastro-vascolare, come, ad esempio, le porzioni di questo apparato provviste di cellule flagellate e a collare nei Poriferi, come già è stato detto nel capitolo precedente.

Nei Discofori fra i Vermi si trovano organi differenziati per la respirazione, in qualche caso, ad esempio nel genere *Branchellion* e in alcune forme affini, vi hanno appendici cutanee laterali, fogliacee, che sono ricchissime

di capillari sanguigni e che si possono considerare come *branchie* cutanee. Negli Anellidi invece, fatta eccezione per la massima parte dagli Oligocheti, pure fra i Vermi, glî organi respiratorî sono spesso molto ben sviluppati in forma di organi branchiali.

Le branchie ora costituiscono delle appendici dei così detti piedi, ora invece hanno forma di lunghi filamenti, e sono poste sul capo; altre volte ancora nascono direttamente dalla faccia dorsale dell'animale. Ora le branchie sono limitate alla regione del capo; ora occupano soltanto alcuni segmenti del corpo, ora si estendono sulla massima parte dei segmenti del corpo stesso. La loro forma è poi variabilissima e la zoologia sistematica trae da esse buoni caratteri per la diagnosi dei varî gruppi tassonomici.

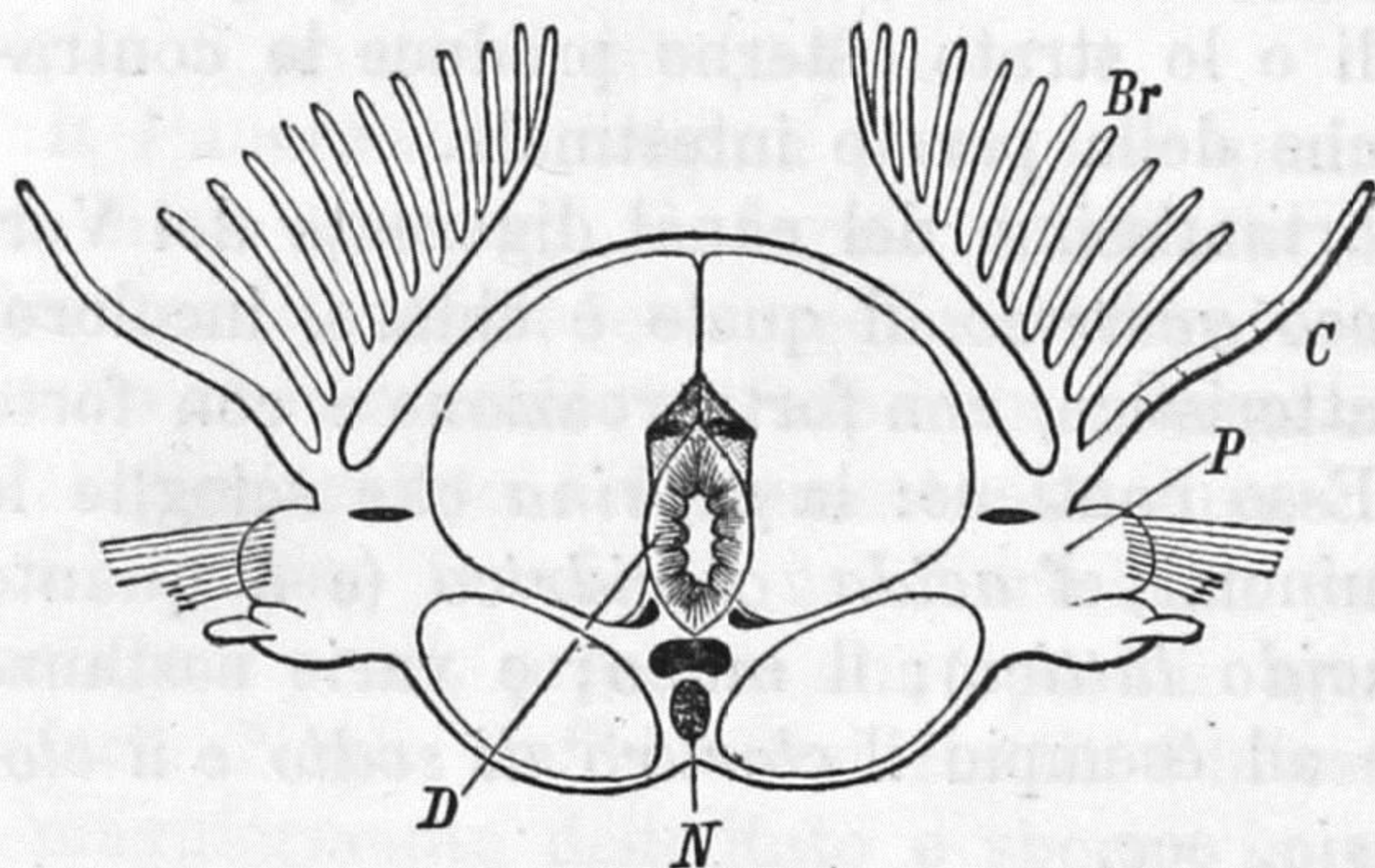



Fig. 86. — Sezione trasversale di un segmento del corpo di un'*Eunice*. *Br* Appendici branchiali, *C* Cirri, *P* Parapodi con fasci di setole, *D* Tubo digerente, *N* sistema nervoso.

Negli Echinodermi il sistema dei vasi acquiferi serve alla respirazione e in molti casi anche alla locomozione. Nelle Oloturie servono probabilmente pure alla respirazione i così detti organi arboroscenti. L' indole elementare di questo libro non ci concede di parlare dell' origine e dell'intima e minuta costituzione del sistema acquifero degli Echinodermi: ci limiteremo perciò ad alcuni cenni generali.

Il sistema acquifero consta essezialmente delle parti seguenti: un anello collocato alla base della faringe, il quale comunica coll'esterno o colla cavità generale, per mezzo di uno o più canali detti *canali pietrosi* o *ca-*

nali della sabbia; una o più *piastre madreporiche*; vescicole in rapporto col canale circolare dette *vescicole di Poli*, canali acquiferi radiali i quali partendo dall' anello acquifero si portano alle regioni ambulacrali e comunicano con quelle appendici retrattili sporgenti sulla superficie del corpo che, come già è stato detto a proposito dell'integumento degli Echinodermi, vengono chiamate *Pedicelli;* e finalmente vescicole speciali in rapporto coi pedicelli, le quali vengono dette *vescicole ambulacrali.*

Negli Artropodi gli organi respiratorî assumono uno sviluppo notevolissimo. Anche qui branchie vengono detti gli organi che servono alla respirazione acquatica e *trachee* gli organi che servono alla respirazione dell' aria atmosferica. Molto spesso la funzione della respirazione e quella della locomozione sono intimamente unite insieme nelle appendici inferiori dei metameri, come già si è veduto nel capitolo riguardante il dermascheletro di questi animali, tanto che è difficile in certi casi dire se date paia di appendici pari devono essere considerate come branchie o come appendici locomotrici propriamente dette.

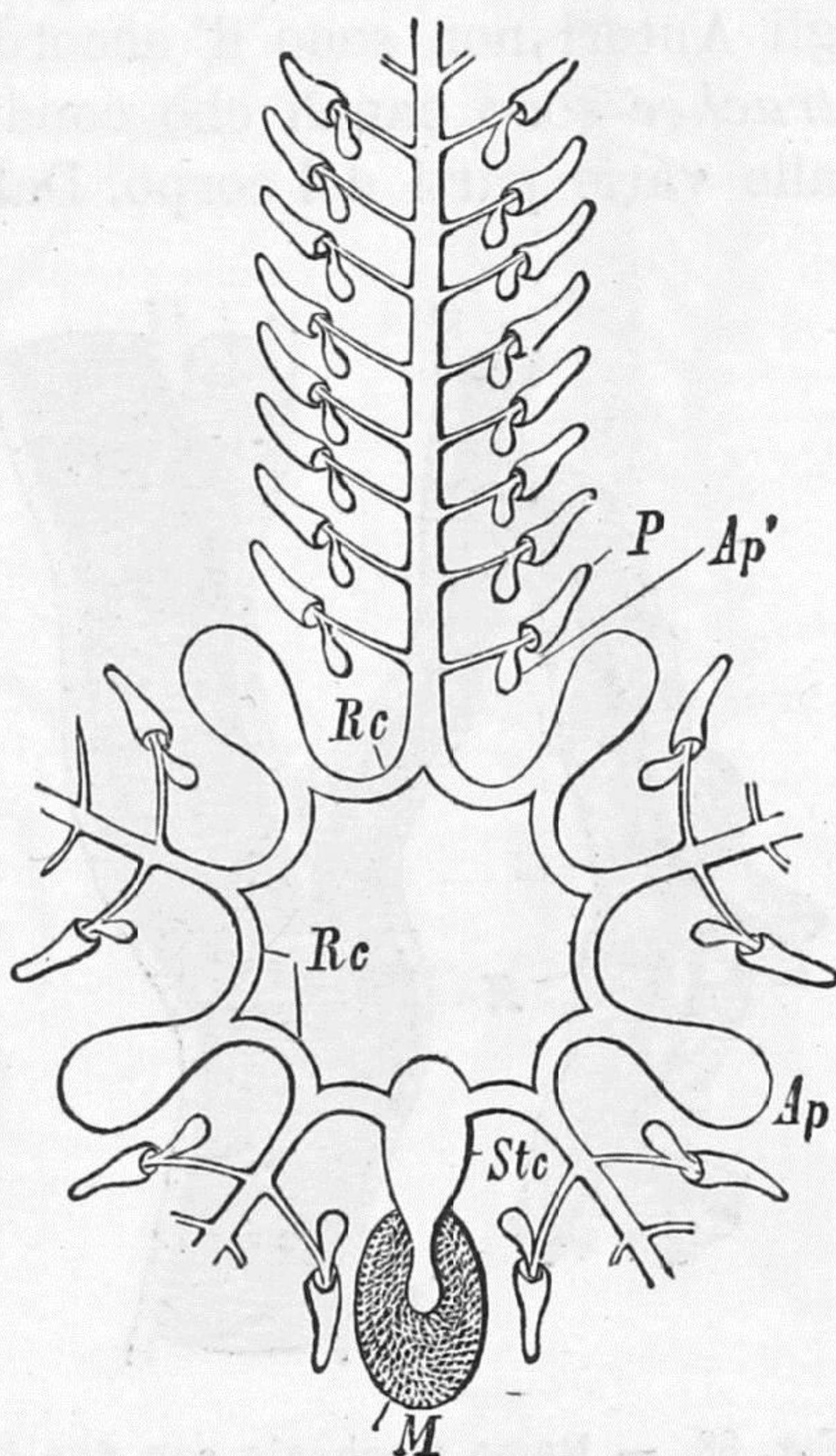



Fig. 87. — Schema del sistema dei vasi ambulacrali di una stella di mare. *Rc* Canale circolare, *Ap* Vescicole di Poli, *Stc* Canale pietroso, *M* Piastra madreporica, *P* Pedicelli ambulacrali sui rami laterali dei canali radiali, *Ap'* vescicole ambulacrali.

Non raramente le branchie si trovano entro ad una vera cavità branchiale, nella quale l'acqua è mantenuta in movimento da organi speciali detti *flagelli*.

Lasciando in disparte qui le questioni relative all'origine ed al valore morfologico delle trachee, sulle quali gli Autori non sono d' accordo, possiamo dire che le *trachee* sono canali che conducono l'aria dall' esterno alle varie parti del corpo. Dal punto di vista della struttura istologica le trachee sono costituite da due tuniche o strati principali, vale a dire: uno strato esterno cellulare e uno strato interno cuticolare, di natura chitinosa. Questo strato è inoltre rinforzato e reso alquanto rigido da una serie di costole chitinose disposte come un filo avvolto a spirale.

Fig. 88. — Ramo tracheale con fine diramazioni secondo Leydig. *Z* Parte esterna cellulare, *Sp* Cuticola intima con filamento spirale.

Secondo la loro forma le trachee si dividone in *tubulose* ed in *vescicolose*.

Le trachee vescicolose sono quelle che presentano tratto tratto un numero più o meno grande di piccole dilatazioni che alla loro volta possono originare altre vescicole o cavità più piccole, come si può osservare facilmente nelle trachee del comune Maggiolino. Le così dette *sacche aeree* di molti insetti non sono altro che modificazioni delle sopradette vescicole.

L'aria entra nel tubo tracheale per mezzo delle aperture stimmatiche. Le stimme nella loro forma più semplice sono aperture della pelle di forma circolare od

ellittica, delimitate da un cercine chitinoso il quale ha

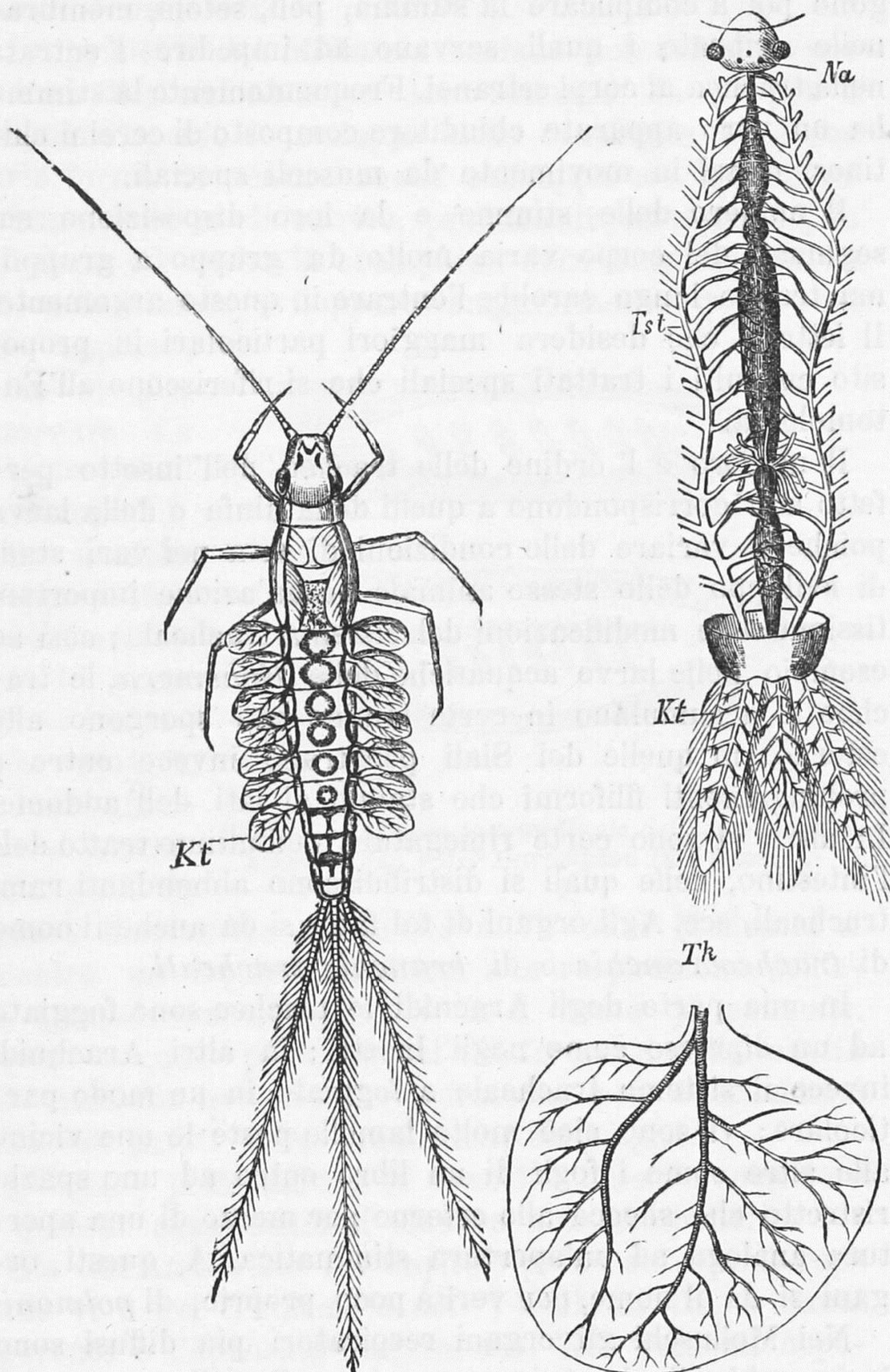



Fig. 89. — *a* Larva di un'effimera con 7 paia di branche o trachee (*Kt*), *Th* Una branchia o trachea isolata molto ingrandita senza foglioline accessorie, *b* Sistema di trachee di una larva di *Agrion* secondo L. Dufour, *Tst* Rami della trachea a lato del canale intestinale, *Kt* Tracheobranchie, *Na* Le tre macchie oculari.

per ufficio di tenere aperto la stimma stessa. Vengono poi a complicare la stimma, peli, setole, membranelle cribrate i quali servano ad impedire l'entrata nella trachea ai corpi estranei. Frequentemente la stimma ha un vero apparato chiuditore composto di cercini chitinosi messi in movimento da muscoli speciali.

Il numero delle stimme e la loro disposizione sui segmenti del corpo varia molto da gruppo a gruppo; ma troppo lungo sarebbe l'entrare in questo argomento. Il lettore che desidera maggiori particolari in proposito consulti i trattati speciali che si riferiscono all'Entomologia.

Il numero e l' ordine delle trachee dell' insetto perfetto non corrispondono a quelli della ninfa e della larva poichè il variare delle condizioni di vita nei varî stadî di sviluppo dello stesso animale ha un'azione importantissima sulle modificazioni del sistema tracheale; così ad esempio nelle larve acquatiche delle *Ephemera*, le trachee si accumulano in certe lamine che sporgono allo esterno; in quelle dei Siali penetrano invece entro a prolungamenti filiformi che stanno ai lati dell' addome. In altre vi sono certe ripiegature dell'ultimo tratto dell'intestino, nelle quali si distribuiscono abbondanti rami tracheali, ecc. Agli organi di tal fatta si dà anche il nome di *tracheobranchie* o di *branchie tracheali*.

In una parte degli Aracnidi le trachee sono foggiate ad un dipresso come negli Insetti; in altri Arachnidî invece il sistema tracheale e foggiato in un modo particolare; vi sono cioè molte lamelle poste le une vicino alle altre come i fogli di un libro entro ad uno spazio ristretto che sbocca allo esterno per mezzo di una apertura analoga ad un'apertura stimmatica. A questi organi si dà il nome, per verità poco proprio, di *polmoni*.

Nei Molluschi gli organi respiratorî più diffusi sono le branchie il che è in rapporto colla vita acquatica della maggior parte delle specie. Le branchie dei molluschi sono da considerarsi come differenziazioni dell'integumento Le branchie possono per mezzo di duplica-

ture del mantello venir racchiuse entro cavità dette *cavità branchiali.*

Le branchie dei Molluschi variano notevolmente per la loro disposizione e pel loro sviluppo da gruppo a gruppo e spesso lo sviluppo della conchiglia nelle sue varie forme fa sentire anche sull' apparato branchiale la sua azione modificatrice, producendo, ad esempio, la riduzione od anche la scomparsa delle branchie da un lato e lasciando sviluppare maggiormente quelle del lato opposto, come si può osservare in varî gruppi di Gasteropodi.

In qualche gruppo di Molluschi Lamellibranchi, come ad esempio nelle Najadi, le branchie esterne funzionano pure da camera incubatrice per le uova. In altri Molluschi si incontra un organo destinato alla respirazione dell'aria atmosferica, al quale si dà il nome di polmone. Questo organo proviene dal trasformarsi della cavità del mantello in cavità respiratoria per l' estendersi nelle sue pareti della circolazione sanguigna.

Fig. 90. — *Taglio longitudinale del capo dell'Ammocoetes* (A) *e del Petromyzon* (B). Schema.

L'organo polmonare e le branchie possono coesistere in qualche caso, come si ossorva nelle Ampullarie.

Già abbiamo visto nel capitolo precedente quale rapporto vi è nei Tunicati e nei Vertebrati fra il canal digerente e l'apparato respiratorio. Nei Tunicati copelati la bocca conduce in una cavità provvista di due aperture che attraversano le pareti del corpo e che costituiscono due aperture branchiali. Esse hanno cellule con ciglia vibratili che producono una corrente

d'acqua; di questa l'animale può cambiare la direzione, dalla bocca alle aperture branchiali o da queste a quella.

L'apparato respiratorio è variamente conformato negli altri gruppi di Tunicati. Negli Ascidiacei, intorno alla cavità branchiale vi è uno spazio che sta fra questa e la parete del corpo che vien detto *cavità* o *seno peritracheale*. In esso si aprono le numerose fessure delle pareti della cavità branchiale stessa.

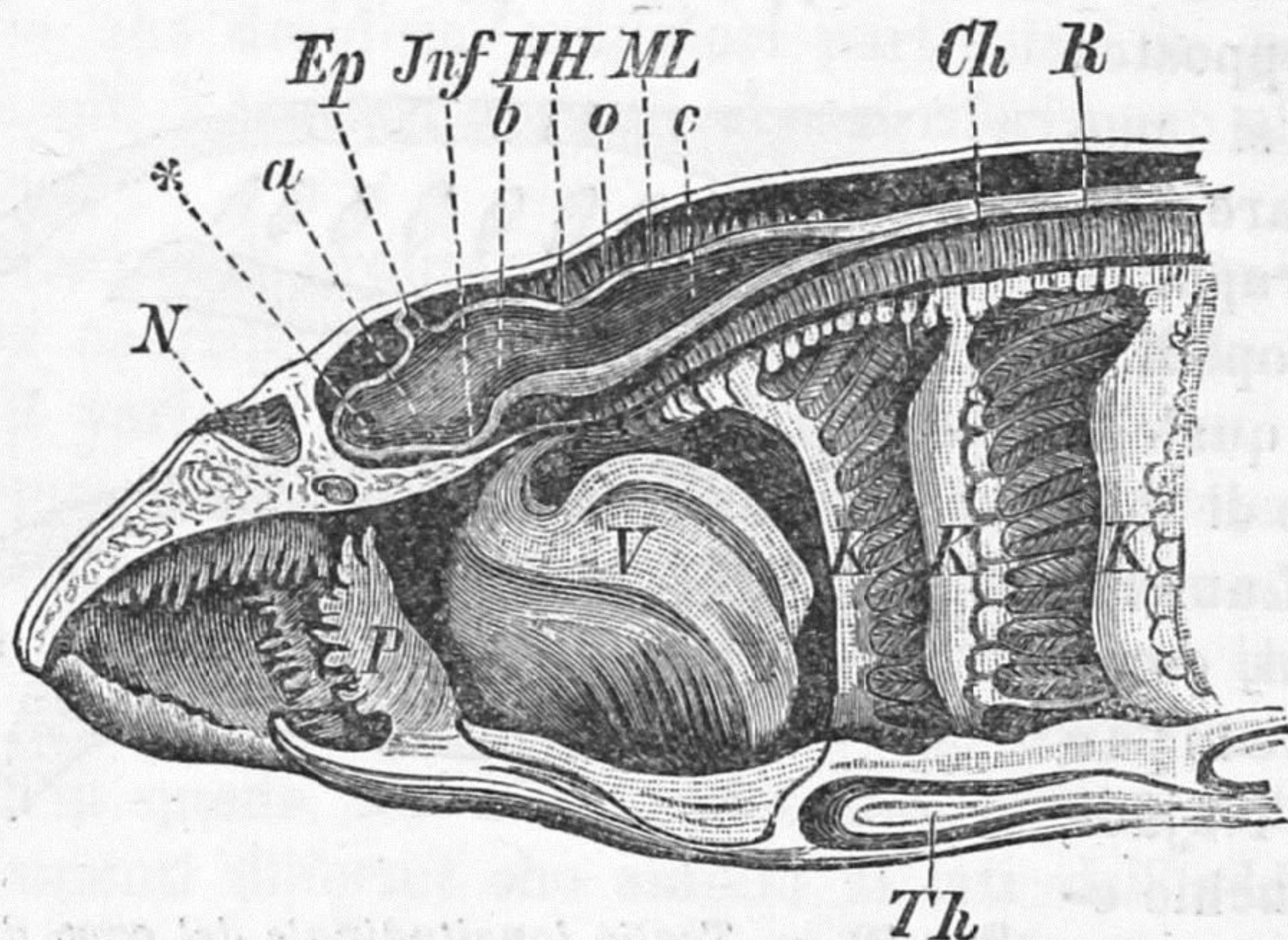



Fig. 91. — *Taglio longitudinale del capo dell'Ammocoetes. V* Velo, *P* Papille della mucosa, *KKK* Le tre prime branchie, *Th* Glandola tiroidea, *N* Sacco nasale, * Entrata nel bulbo olfattorio della cavità (*a*) del cervello anteriore, *Ep* Epifisi, *Inf* Infundibolo, *HH* Cervello posteriore, *ML* Midollo allungato, *b*, *c* Cavità di questo parti del cervello, *o* Spazio subdurale, *Ch* Corda dorsale, *R* Midollo spinale.

Queste pareti finiscono poi per trasformarsi in un vero reticolo con fessure assai numerose, disposte in serie e rivestite sui margini da ciglia vibratili; nelle parti solide del traliccio, che così ne risulta, scorrono vasi sanguigni. Nelle Salpe, la branchia si presenta come una membrana a graticcio che attraversa obliquamente la cavità del corpo, dividendola in due regioni ampiamente comunicanti fra loro. La regione anteriore corrisponde all'orifizio di ingestione e la porzione posteriore corrisponde all'orifizio di egestione.

Anche nei Leptocardi, come nei Tunicati, la porzione anteriore del canale digerente funziona da apparato respiratorio, costituendo un vestibolo respiratorio con fessure branchiali.

Questo vestibolo respiratorio, o cavità branchiale, è notevolmente esteso e nelle sue pareti vi è una impalcatura a traliccio attraverso al quale l'acqua, penetrata dalla bocca, esce e si accumula nella cavità peritracheale: da questa esce allo esterno per mezzo del così detto *poro addominale*.

Nei Vertebrati propriamente detti gli organi respiratorî si dividono in *branchie* e in *polmoni*. Il carattere fondamentale della formazione delle branchie sta nell'aumento della superficie della regione respiratoria del canal digerente, aumento che si ottiene per mezzo di lamine o di prolungamenti cilindrici; vale a dire per mezzo di una serie di estroflessioni dell'intestino primitivo, le quali si dispongono bilateralmente le une dietro alle altre.

Le branchie funzionano per tutta la vita nei Pesci, mentre

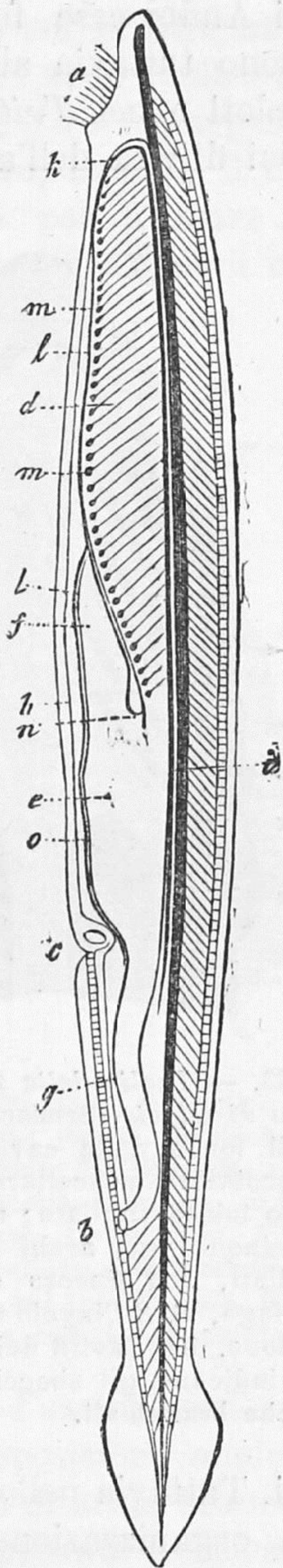



Fig. 92. — *Amphyoxus lanceolatus* ingrandito 2 volte e mezzo. Da Gegenbaur secondo Quatrefages. *a* Apertura boccale circondata da cirri, *b* Apertura anale, *c* Foro branchiale, *d* Sacco branchiale, *e* Regione dell'intestino in forma di stomaco, *f* sacco cieco, *g* Intestino terminale, *h* Cavità generale del corpo, *i* Corda dorsale, sotto l'aorta, *k* Arco dell' aorta, *l* Cuore dell'aorta, *m* Rigonfiamento delle arterie branchiali, *n* Cuore delle vene cave, *o* Cuore della vena porta.

negli Anfibî esse funzionano solo nel periodo girinale. Vi sono tuttavia alcune eccezioni a tale riguardo. Nell'Axolotl e nel *Triton alpestris*, per certe speciali condizioni di vita dell'animale, avviene non raramente che le branchie funzionino per tutta la vita.

Le moderne ricerche hanno fatto vedere che modificando opportunamente le condizioni a cui si fanno vivere le specie sopradette ed altre affini si può prolungare assai il periodo branchiale dell'animale.

A questo fenomeno venne dato anche il nome di *neotenia*. In questi casi si avrebbe un carattere dello stadio giovanile (le branchie), che invece di cessare col giungere dell'animale allo stato adulto perdura in esso.

Fig. 93. — *Taglio della superficie di una testa di selacio*. Semischematico. Si vede il fondo della cavità boccale. *Km* Muscolatura mascellare, *Z* Lingua, *Hy* Arco ioideo, tagliato; al di dietro stanno cinque veri archi branchiali, pure tagliati, *BM* Mucosa della bocca, *Oe* Esofago, *S*, *S* Cingolo toracico, pure in sezione, *LH* Cavità del corpo. Le freccie indicano gli sbocchi delle cinque tasche branchiali.

Nei Rettili, negli Uccelli e nei Mammiferi non si hanno esempî di branchie funzionanti. Tuttavia nello sviluppo embrionale dell'animale e nella organizzazione del sistema vascolare si trovano fatti e disposizioni di parti che dimostrano come tutti i vertebrati amnioti siano passati nel loro sviluppo filogenetico per forme branchiate.

La condizione più semplice dell'apparato branchiale dei Vertebrati propriamente detti si trova nell'*Ammo*

coetes fra i Pesci, in cui l'esofago è sul prolungamento posteriore della cavità branchiale. Vi sono inoltre sette fessure branchiali. Nel *Petronizzon*, pure fra i pesci, il sacco branchiale si chiude all'indietro, mentre il canal digerente si sviluppa anteriormente per formare una bocca atta al succiare per queste modificazioni il canal digerente viene a pigliare rispetto all'apparato respiratorio una posizione dorsale. Nei Petromizonti i singoli condotti branchiali sboccano direttamente allo esterno. Nei Selaci vi sono di regola cinque fessure branchiali corrispondenti alle singole tasche branchiali; raramente se ne trovano sei o sette.

Fig. 91. — *Taglio della superficie della testa del Silurus glanis.* Semischematico. *TT* Tentacoli, *Zp*, *Zp'* Piastre dentali della mascella inferiore, *BM* Mucosa della bocca, *Oe* Esofago, *KM* Muscolatura mascellare, *KD* Opercolo branchiale, dietro cui (vicino alla freccia) sbocca l' intera cavità branchiale.

Nei Ganoidi non vi sono più tasche branchiali separate; ma si trova una cavità branchiale coperta dall'apparato opercolare e dalla membrana branchiostega. Questa cavità branchiale ha una sola apertura d'uscita per l'acqua.

Negli altri pesci si trova una disposizione analoga a questa, ma con un numero variabile di archi branchiali. L'acqua entra per la bocca nell'apparato respiratorio dei Pesci ed esce per le fessure branchiali.

Negli Anfibî Ittioidei, nelle larve degli Anfibî Urodeli e nel primo stadio larvale degli Anfibî Anuri vi sono branchie esterne in forma di ciuffi variamente sviluppati.

Negli Anfibî Anuri le branchie esterne vengono col progredire dello sviluppo dell'animale sostituite da branchie interne collocate in una cavità respiratoria, la quale ha un'apertura di uscita dell'acqua, detta *spiracolo*. Questa apertura ora è ventrale, ora è laterale. Essa si chiude totalmente col compiersi della metamorfosi.

I polmoni e la vescica natatoria si possono riunire insieme nel gruppo degli organi pneumatici dell'intestino, i quali si sviluppano in seguito alla introduzione dell'aria nell'intestino stesso in quelle forme che temporaneamente vengono alla superficie dell'acqua. Le così dette vesciche natatorie si originano in tal modo: esse hanno certamente una funzione idrostatica, ma in seguito col modificarsi dell'apparato circolatorio possono funzionare da polmoni.

La vescica natatoria è molto variabile di forma e di sviluppo nei pesci. Nei Pesci Dipnoi essa ha carattere di polmone, nel vero senso della parola, pel formarsi in rapporto con essa di uno speciale sistema di vene afferenti e di arterie afferenti. Nelle pareti delle vesciche natatorie propriamente dette, prive di funzione respiratoria, entra sempre sangue arterioso e ne esce sangue venoso.

I polmoni propriamente detti si sviluppano dall'intestino anteriore, nella sua parte ventrale.

Anzitutto si forma una dilatazione sacciforme detta sacculo polmonare primitivo, che in seguito si divide in due parti, le quali a poco a poco si isolano dall'inl'intestino fino a costituire un apparato polmonare formato da due sacchi polmonari, ciascuno dei quali è unito da un canale o bronco primitivo ad un canale unico detto *trachea*. Questa è unita alla sua parte superiore col canale intestinale. Là dove la trachea si distacca dal canal digerente si forma in seguito la laringe che ha perciò, unitamente alla trachea ed ai bronchi, carattere di formazione secondaria rispetto ai sacchi polmonari.

Il sacculo polmonare si complica in seguito notevol-

mente pel formarsi di estroflessioni che hanno per scopo di aumentare la superficie respiratoria. Per tal modo nei Vertebrati superiori si viene ad avere un vero albero molto ramificato di canalicoli vuoti, i *bronchi*, i quali hanno estremità rigonfiate, dette alveoli. La divisione dei polmoni in lobi è un carattere di formazione secondaria.

I condotti aerei si possono dividere, da quanto sopra è stato detto, in laringe, trachea e bronchi. Queste parti presentano generalmente formazioni scheletriche cartilaginee di sostegno. Lo scheletro laringeo si unisce poi ad altre parti destinate a produrre suoni vocali. Sono da ricordarsi qui le due piegature della mucosa che stanno ai lati dell'ingresso della laringe e che costituiscono le così dette *corde vocali*. La fessura da esse delimitata, fra di loro, viene detta *rima vocale*.

Nei Dipnoi fra i Pesci è in alcuni Anfibî urodedi, come ad esempio nel Proteo, mancano la laringe e la trachea propriamente dette.

Negli Anfibî anuri queste due parti sono ben sviluppate e la laringe possiede membrane capaci di vibrare e quindi di produrre suono.

Il suono viene in molti casi rinforzato dai così detti *sacchi di risonanza* o vescicole risonanti che sono formate da estroflessioni del fondo della cavità boccale. I maschi delle comuni rane e delle comuni Raganelle ne presentano, come è noto, un esempio bellissimo.

Nei Rettili la trachea è ben sviluppata ed è provvista, unitamente alle parti bronchiali, di anelli cartilaginei spesso incompiuti.

Gli Uccelli presentano alcune strutture particolari. Negli Uccelli carenati vi sono due laringi, una superiore ed una inferiore. Quest'ultima funziona da organo vocale e può essere più o meno complicata per la formazione di un apparato di risonanza e per lo sviluppo di muscoli speciali.

La lunghezza della trachea è variabile assai e dipende in molti casi dalla lunghezza del collo ; in altri

casi essa può essere notevolmente più lunga del collo e dare luogo ad anse ed a ripiegature, che talvolta penetrano nella carena dello sterno, come ad esempio nella Gru.

Il differenziarsi e lo svilupparsi di uno speciale sistema di muscoli viene a complicare notevolmente l'apparato laringeo nei Mammiferi. Nei Mammiferi inoltre esiste una sorta di opercolo detto *epiglottide* che serve a difendere l'imboccatura della laringe.

La cartilagine tiroidea forma poi nei gruppi superiori di Vertebrati come una capsula cartilaginea la quale avvolge alla sua parte ventrale il rimanente scheletro della laringe costituito dalle cartilagini cricoidee e aritenoidee. La mucosa si estroflette a mo' di tasca per costituire i così detti ventricoli di Morgagni, i quali in alcune Scimmie antropomorfe si sviluppano tanto da formare delle vesciche di risonanza.

Negli Anfibî inferiori, ad esempio nel genere *Menobranchus* e nel genere *Proteus*, i polmoni sono due sacchi di lunghezza disuguale, strozzati verso la metà, colla superficie interna reticolata. Negli Anuri i sacchi polmonari si allargano a mo' di vescicole ellittiche: la loro superficie interna è in parte vibratile ed è vescicolosa.

Nei Rettili la forma generale dei polmoni varia col variare della forma del corpo. Si osserva che esiste in generale una complicazione della loro struttura, la quale ha per scopo di aumentare la superficie respiratoria.

Si passa così alla costituzione di polmoni provvisti di una cavità centrale vuota e di pareti solcate da un sistema di bronchi finamente ramificati di modo che si ha una struttura quasi spugnosa.

Lo sviluppo dei due sacchi polmonari nei Rettili è variabile da gruppo a gruppo.

Nei serpenti e nelle Anfisbene si sviluppa solo completamente il polmone destro; mentre il sinistro è rudimentale od è anche al tutto atrofizzato. Anche nei Sauri si trovano casi di notevole asimmetria nello sviluppo dei due sacchi polmonari.

È d' uopo ricordare qui la struttura dei polmoni al tutto caratteristica dei Camaleonti. Nella loro regione superiore essi sono divisi in tre spazî, ciascuno de' quali si apre in un bronco. Inoltre il polmone presenta al margine posteriore e in parte anche al margine ventrale dei processi più o meno lunghi che si estendono fino alle regioni del bacino.

Si ha così una modificazione dei polmoni che si sviluppa poi moltissimo negli Uccelli e serve a dare maggior leggerezza al corpo.

Negli Uccelli i polmoni, oltre ad un notevole differenziamento dell' albero bronchiale, presentano una serie di prolungamenti che vanno a terminare entro a dilatazioni, che vengono dette sacchi aerei, distribuite in varie parti del corpo, tra la muscolatura, nello scheletro eccett., rendendo così in alto grado pneumatico il corpo. Queste dilatazioni, il di cui studio minuto sarebbe troppo lungo da farsi qui, sono da considerarsi come parte integrante dell'apparato respiratorio e sono da confrontarsi coi diverticoli sopra menzionati dei polmoni dei Camaleonti.

Fig. 95. — *Schema dell'albero bronchiale dei mammiferi. a, a* Bronco bilaterale, eparterioso, *b* Serie dei bronchi ventrali iparteriosi, *c* Dei dorsali iparteriosi, *A* e *V* l'Arteria e vena polmonare.

Nei Mammiferi il sistema bronchiale è pure notevolmente sviluppato e differenziato. Si indica col nome di bronco primario la diretta continuazione della trachea

col polmone e col nome di bronchi si indicano i rami laterali che da esso derivano durante il suo percorso nell'interno polmone. I bronchi diventano sempre più sottili verso le loro ramificazioni terminali e nelle loro pareti si vanno progressivamente facendosi più rare le formazioni cartilaginee di sostegno.

I bronchi finali terminano in vescichette dette infundiboli, le pareti delle quali presentano gli alveoli. Così

A B
Tr Pc P¹ S
m P P¹ R R L L H Tr Br Hi W

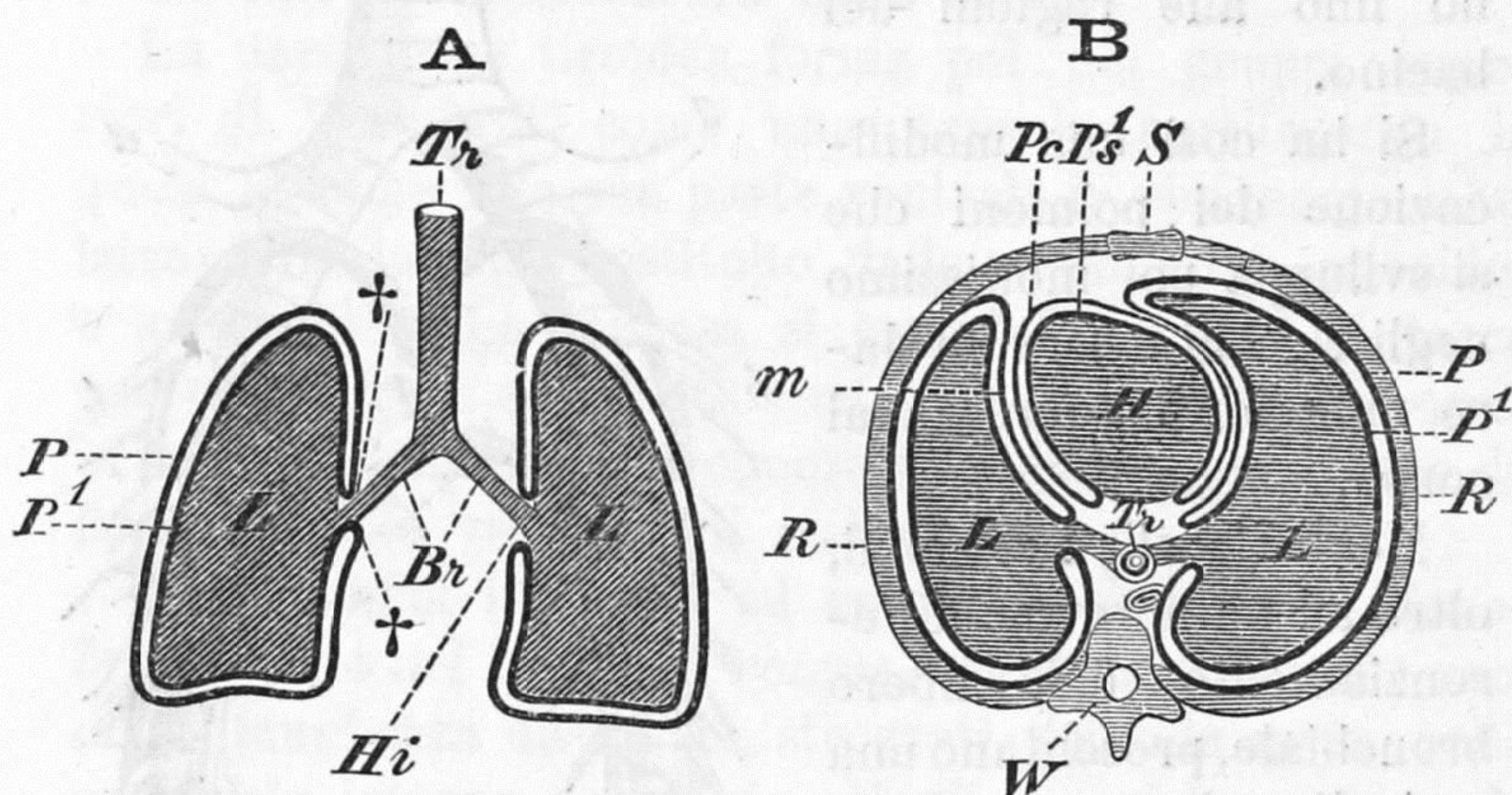



Fig. 96. — *Schema dello spazio pleurale e pericardiale dei mammiferi, prendendo a base i rapporti dell'uomo.* **A** Taglio frontale, **B** Taglio trasversale. *Tr* Trachea, *Br* Bronchi, *LL* Polmoni, *H* Cuore, *W* Colonna vertebrale, *P* Foglio parietale della pleura, *P*¹ Foglio viscerale, + + Punto di piegatura d'ambedue all'ilo polmonare (*Hi*), *m* Foglietto mediastinale della pleura, *Pc*, *Pc*¹ Foglietto parietale e viscerale del pericardio, *R* Coste (parete toracica), *S* Sterno.

si realizza un aumento grandissimo della superficie respiratoria. Una fitta rete di capillari avvolge gli infundiboli.

Il ricambio dei gas ha luogo negli infundiboli e negli alveoli.

I polmoni sono poi avvolti dalle pleure che provengono dal rivestimento generale pleurale della cavità toracica.

VIII.

Organi della circolazione.

Del sistema gastro-vascolare dei Poriferi e dei Celenterati già sì detto nei capitoli precedenti che riguardano gli organi della digestione e della respirazione e così pure si è parlato della scarsa divisione del lavoro fisiologico che per queste funzioni si osserva nei sopradetti animali.

In linea generale si può ritenere che l'apparato circolatorio è costituito, nelle forme in cui la cavità gastro-vascolare è più semplice, dalla cavità stessa e nelle altre forme dal sistema di canali e di diverticoli che si dipartono dalla cavità centrale. Questo sistema di canali è spesso in comunicazione coll'esterno per mezzo di una o più aperture.

I Nemertini, fra i Vermi Platelminti, presentano un principio di apparato circolatorio differenziato.

L'apparato circolatorio è collocato nella cavità del corpo e consta di due vasi laterali sinuosi, i quali si uniscono nella parte cefalica, e di un vaso dorsale mediano il quale comunica coi vasi laterali nella parte cefalica per mezzo di rami trasversali e nella parte posteriore del corpo si unisce direttamente ad essi.

In qualche specie vi sono fra i tre vasi numerosi rami trasversali i quali danno all'apparecchio un aspetto segmentato.

I vasi hanno le pareti contrattili, il sangue si muove dall'indietro all'avanti nel vaso dorsale e oppostamente nei vasi laterali. Il sangue è incoloro, o di color rosso e la colorazione è dovuta ad elementi che contengono emoglobina.

Il sistema circolatorio manca in molti gruppi di Vermi morfologicamente superiori ai Nemertini, come ad esem-

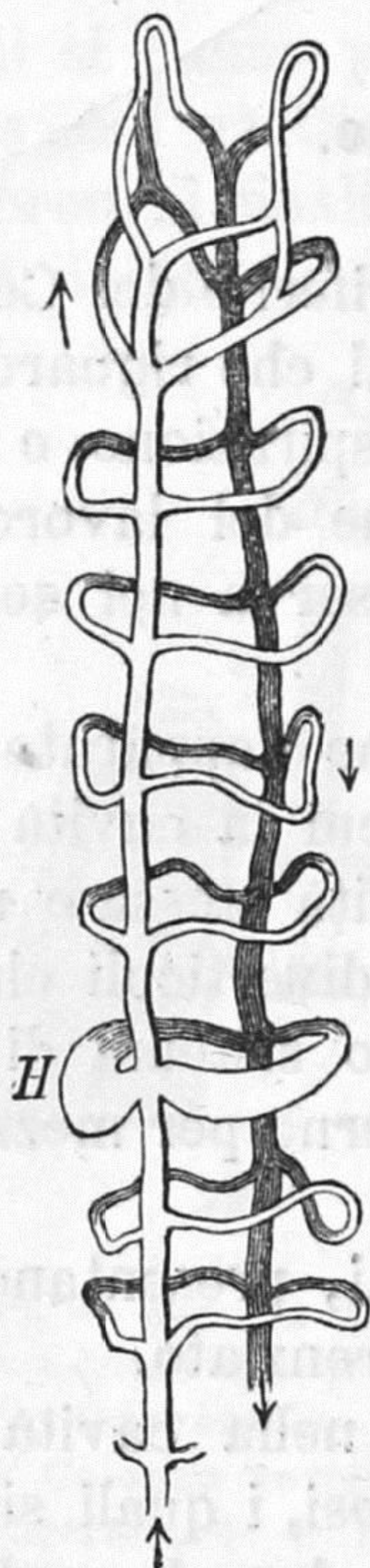
pio, nei Chetognati, nei Nematelminti, ecc. Esso si trova invece ben sviluppato nei Discofori.

Nella Sanguisuga, ad esempio, il sistema circolatorio consta essenzialmente di tre vasi principali, longitudinali, uno dorsale, e due laterali; questi ultimi sono contrattili e si anastomizzano l'uno coll'altro alle estremità del corpo. Il vaso dorsale corre lungo la linea mediana e si termina a ciascuna estremità con un grande numero di anastomosi.

In ciascun segmento vi sono rami trasversali che uniscono ventralmente e dorsalmente i vasi laterali.

Le ultime ramificazioni di questo sistema vascolare vanno a terminare nello spessore degli organi e nel parenchima del corpo. Il sangue si raccoglie poi in un seno medio ventrale, il quale non corrisponde ad un canale propriamente detto, ma ad una semplice lacuna ed è da considerarsi come un residuo della cavità viscerale generale. Questo seno racchiude il sistema nervoso centrale e a ciascuna delle sue due estremità si divide in ramificazioni che vanno a mettersi in rapporto coi vasi laterali e col vaso dorsale. Il sangue, a quanto pare, è messo in movimento dalle contrazioni dei due vasi laterali.

H

Fig. 97. — Porzione anteriore dell' apparecchio circolatorio di un Oligocheto (*Saenuris*) (da Gegenbaur). Nel vaso dorsale il sangue si muove dall'indietro all'innanzi, nel vaso ventrale dall'avanti all'indietro (nel senso delle frecce); *H* Ansa laterale allargata.

Il sangue è rosso per la presenza di emoglobina sciolta nel plasma.

Negli Anellidi, a differenza dei discofori, la separazione dell' apparato circolatorio dalla cavità celomica

è compiuta. Nei casi in cui ciò non si osserva la cosa proviene per lo più da metamorfosi regressive.

L' apparato circolatorio è molto variabile negli Anellidi; esso si può tuttavia ricondurre fondamentalmente a questo schema:

1.° Un vaso dorsale longitudinale pulsatile in cui il sangue scorre dall'indietro in avanti; 2.° un vaso ventrale; 3.° vasi trasversali che mettono in comunicazione il vaso dorsale e il vaso ventrale.

In qualche caso i vasi dorsali o ventrali si sdoppiano.

Nel caso più semplice il vaso dorsale si biforca anteriormente e i tronchi secondarî vanno a imboccare nel vaso ventrale. In altri casi i due vasi si terminano nel capo con fine anastomosi. Alcuni dei vasi trasversali, in numero vario secondo i gruppi, possono essere pulsanti e vengono designati col nome di cuori. Il vaso dorsale è collocato per lo più immediatamente sopra al canale intestinale e i rami laterali formano spesso sulla parete dell' intestino una ricca rete sanguigna. Dai rami laterali partono pure i vasi che vanno ai visceri e all' integumento dove in varî casi costituiscono reti vascolari fittissime.

La presenza e lo sviluppo degli organi della respirazione modificano la distribuzione dei vasi del sistema sanguigno.

Quando esistono branchie, e il sistema vascolare parietale si prolunga in queste, nel caso più semplice, una ansa vascolare entra nell' appendice branchiale. Dal tronco dorsale partono rami che vanno alle branchie laterali e da queste il sangue si raccoglie in un ramo che sbocca nel vaso ventrale.

Quando le appendici respiratorie sono limitate ad un tratto corto del corpo, come ad esempio nei Tubicoli, il vaso dorsale forma, dilatandosi, al disopra dell'intestino boccale muscolare, un così detto *cuore branchiale*, dal quale partono i rami che vanno alle branchie. Il sangue dalle branchie va al vaso ventrale.

Il sangue degli Anellidi può essere totalmente scolorito come in qualche specie di Chetopteri, oppure giallognolo, verde, rosso. Per lo più la colorazione è nel plasma. Talvolta invece è nei globuli. Gli elementi morfologici del sangue sono amebociti di varie forme e in varî casi globuli di forma discoide contenenti emoglobina, paragonabili ai globuli rossi degli animali superiori.

Il sistema circolatorio degli Echinodermi presenta ancora, malgrado i numerosi lavori che vennero fatti, molti punti incerti: non è ben stabilito se il sistema circolatorio sanguigno comunichi direttamente col sistema acquifero o se questi due sistemi di organi siano intieramente separati.

L' indole di questo libro non ci concede di esporre e discutere le opinioni dei varî Autori: ci limiteremo perciò ad alcuni cenni generali.

Negli Oloturidi e negli Echinidi pare che il sistema dei così detti vasi sanguigni intestinali sia indipendente, al tutto o quasi. Negli Oloturidi, ad esempio, questo sistema è costituito da un complesso di lacune fra le quali se ne distinguono due principali dette lacune marginali (od anche dorsale e ventrale) che corrono parallelamente fra loro lungo l'intestino. Queste lacune corrispondono probabilmente ai vasi che nei Vermi, come già abbiamo visto, conservano gli stessi rapporti col canale intestinale. Negli Echini il vaso dorsale è doppio.

Le lacune marginali sono formate dal divaricarsi di due lamine del mesentere e contengono nelle loro pareti delle fibre muscolari. Le lacune marginali alla loro estremità inferiore sono in rapporto colle lacune connettive della parete della cloaca e degli organi arborescenti, e alla loro parte superiore coll'anello acquifero, formando un cerchio addossato alla base dell'anello stesso.

La seconda parte del sistema sanguigno comprende le diramazioni periferiche in rapporto colla parete del corpo.

Riassumendo, il sistema circolatorio sanguigno degli Oloturidi è formato: 1.° da un complesso di lacune libere; 2.° da un complesso di lacune connettive.

Il primo sistema di lacune consta: 1.° di un anello peri-faringeo addossato alla base dell'anello acquifero; 2.° d'una lacuna marginale interna; 3.° d'una lacuna marginale esterna alla quale fa capo una lacuna genitale; 4.° di cinque lacune radiali addossate ai vasi acquiferi.

Il secondo sistema di lacune sta nella zona media dell'integumento, nella parete del canal digerente, nello spessore dei mesenteri, ecc.

In quanto al meccanismo della circolazione, a quanto pare, il liquido contenuto nelle lacune libere non ha una vera circolazione nel senso esatto della parola, ma è semplicemente sottoposto ad un movimento irregolare di va e vieni indotto dalle contrazioni delle lacune marginali, da quelle dei tentacoli, dei tubi ambulacrali e di tutta la parete del corpo.

Il sistema circolatorio sanguigno degli Echinidi è affine a quello ora descritto degli Oloturidi. Secondo l'Hérouard, le omologie dell'apparato in questione degli Oloturidi sarebbero spiccate non solo cogli Echinidi, ma anche cogli Asteridi. In questi ultimi l'apparato circolatorio sanguigno, limitandosi alle parti principali, è costituito di due anelli, uno dorsale e l'altro ventrale, riuniti da un canale verticale. L'anello dorsale presenta nel piano degli interraggi cinque anse, dalle quali partono rami che vanno agli organi genitali. L'ansa posteriore è più sviluppata e circonda la piastra madreporica che sta fuori dell'anello dorsale. A quest'ansa si inseriscono internamente le così dette ghiandole di Greeff, che si considerano come organi pulsanti.

Il canale verticale si inserisce all'anello dorsale presso a poco al punto di attacco degli organi di Greeff e contiene nel suo interno la così detta ghiandola di Jourdan, organo che venne considerato da varî autori come un cuore.

Dall'anello ventrale o circumboccale partono i canali che vanno nelle braccia dove corrono nel solco ambulacrale.

Fig. 98. — Maschio del *Branchipus stagnalis*, *Rg* Cuore o vaso dorsale concamerato, *D* Intestino, *M* Mandibola, *Sd* Glandola del guscio, *Br* Appendice branchiale dell'11° paio di zampe, *T* Testicolo.

La costituzione del liquido sanguigno degli Echinodermi è lungi dall'essere nota in modo soddisfacente. In alcune specie, oltre agli amebociti, sono stati osservati elementi contenenti emoglobina paragonabili ai globuli rossi dei Vertebrati.

Il sistema vascolare degli Artropodi deriva direttamente da una parziale differenziazione della cavità del corpo. Negli Artropodi la circolazione è del tipo così detto misto.

È utile che diciamo qui brevemente della cavità del corpo o cavità celomica degli Artropodi e di alcuni organi speciali in essa contenuti. La cavità del corpo funziona come una parte dell'apparato vascolare e non vi è nessuna differenza fra il liquido celomico ed il sangue. Inoltre nella cavità del corpo di molti

Artropodi si trovano masse cellulari mesodermiche variamente foggiate e disposte (cordoni reti, ecc.) che si presentano ricche di goccioline di grasso e costituiscono i così detti *corpi adiposi*.

I corpi adiposi sono particolarmente sviluppati negli Insetti durante il loro periodo larvale, dove formano come un magazzino di sostanza che viene utilizzata durante lo stato di crisalide.

Negli Insetti i corpi adiposi servono pure probabilmente come deposito di sostanze escretive.

Menzioneremo qui una importante modificazione dei corpi adiposi in organi luminosi dei Lampiridi e di altri *Coleotteri*.

Questi organi sono costituiti da ammassi di cellule che sotto l'eccitamento dei nervi preparano una sostanza che viene bruciata con emissione di luce dall'ossigeno. Jousset de Bellesme dice, che le cellule dell'organo luminoso della Lampiride hanno per funzione di produrre idrogeno fosforato quando sono eccitate o dal sistema nervoso o da eccitanti speciali. Questo gas, che piglia origine in un protoplasma carico di ossigeno, si consuma immediatamente dando luogo a luce; perciò esso non si trova nelle cellule che allo stato nascente e dispare a misura che si viene formando, purchè le trachee continuino ad apportare una sufficiente quantità d'aria. Le trachee si ramificano in capillari che penetrano nelle cellule del corpo luminoso.

La parte vasale dell'apparato circolatorio è rappresentata principalmente dal tronco vascolare dorsale, indipendente dall'intestino, che funziona come cuore e che pare sia omologo al vaso dorsale dei Vermi.

Nei Crostacei, fatta eccezione per poche forme inferiori, nelle quali la circolazione pare sia intieramente lacunare la condizione più semplice dell'apparato circolatorio si ha nei Copepodi, nei Cladoceri, ed anche negli stadî larvali dei Crostacei superiori. In questi gruppi di animali il cuore è corto, sacciforme ed è collocato nella metà anteriore del corpo sopra all'intestino. Esso riceve

il sangue da due aperture laterali e lo spinge per mezzo di un tronco vasale corto agli organi del capo e particolarmente ai gangli cerebroidi. Il sangue si distribuisce quindi per tutto il corpo e dà origine a regolari correnti.

Fig. 99. — Cuore, vasi e branchie dell'Astacus (non si vede la arteria epatica), *C* Cuore contenuto n l seno pericardico *Ps*, *Ac* Aorta cefalica, *A*, *ab* Aorta addominale, *As* Arteria sternale.

Una complicazione maggiore si ha in quelle forme nelle quali il cuore dorsale si presenta come un tubo allungato, diviso in diverse concamerazioni, con varie paia di aperture d'entrata del sangue, dette *ostii del cuore*. Dalla parte anteriore parte un tronco che distribuisce il sangue alle lacune del corpo.

Il canale dorsale può occupare la massima parte della lunghezza del corpo, o soltanto i primi segmenti che seguono al capo o i segmenti più lontani di esso.

Nei Crostacei superiori il sistema circolatorio presenta una migliore delimitazione dei canali sanguigni e una maggior complicazione di questi, ma in essi non esistono capillari sanguigni fra le vene e le arterie; il sangue dopo essere andato all' apparato respiratorio si accumula in un seno sanguigno che circonda il cuore. Da questo esso penetra, per gli ostii muniti di valvole speciali, nel cuore stesso.

Il cuore dei Miriapodi è diviso in numerose concamerazioni, che sono in stretto rapporto colla metameria del corpo. Le concamerazioni sono separate da valvole e esternamente sono tenute fisse dai così detti muscoli alari. Da ciascuna concamerazione si dipartono tronchi arteriosi pari, che vanno ai singoli metameri.

Negli Scorpioni, fra gli Aracnidi, il cuore è allungato e diviso in otto concamerazioni con un paio di ostii per ciascuno e con muscoli alari. Inoltre il cuore è circondato da un seno pericardico; dalla parte anteriore, dalla parte posteriore e dai lati partono rami arteriosi. Due rami dell' arteria cefalica costituiscono un anello periesofageo dal quale parte un'arteria che corre verticalmente sopra la catena gangliare. Il sangue venoso si raccoglie come nei Crostacei più elevati in un seno ventrale.

In complesso il sistema circolatorio degli Scorpioni è affine per alcuni punti a quello dei Crostacei superiori ed anche a quello dei Miriapodi.

L' apparato circolatorio degli altri Aracnidi è foggiato invece sullo stampo di quello degli Insetti.

Negli Insetti il tubo dorsale presenta un numero vario di concamerazioni secondo i gruppi; ve ne hanno sette od otto nei Lepidotteri, nei Coleotteri e negli Ortotteri, quattro o cinque in molti Imenotteri e in molti Ditteri, meno ancora nella maggior parte dei Rincoti.

Le varie concamerazioni hanno un paio di ostii muniti di apparato valvolare.

Il cuore è avvolto da una membrana pericardica delicatissima, che forma ai lati il seno pericardico, in ui viene ad accumularsi il sangue che ha percorso le

varie parti del corpo e dal quale il sangue rientra per mezzo degli orifizî laterali delle concamerazioni nel cuore.

Il cuore occupa a un dipresso la lunghezza dell' addome ed è tenuto fermo contro gli archi superiori dei segmenti addominali dalle *ali del cuore*, espansioni membranose contenenti una quantità variabile di fibre muscolari.

Le pareti del cuore sono robuste e sono costituite da due membrane, l'esterna contiene le fibre muscolari. Sopra a questa vi sono talvolta dei fasci di fibre muscolari che accrescono la robustezza delle pareti del cuore stesso.

La porzione aortica del vaso dorsale si differenzia dalla parte cardiaca per la sua struttura. Essa è formata da un semplice tubo membranoso ed è priva delle concamerazioni, degli orifizî laterali e delle ali. Essa prende origine generalmente dal cuore al principio del torace. Giunta la porzione aortica nel capo, essa si caccia sotto i gangli cerebroidi, avvicinandosi all' esofago, e termina ora bruscamente, ora con piccole e scarse ramificazioni, lasciando uscire il sangue spinto dal cuore. Il sangue che esce dal tratto terminale della porzione aortica del canal dorsale si distribuisce nelle varie parti del corpo, dalle quali poi ritorna, come già è stato detto, per mezzo del seno pericardico al cuore.

Il sangue può essere incoloro o variamente colorato. Le cognizioni che si hanno sul sangue degli Artropodi sono per molti rispetti incomplete e incerte.

Nei Molluschi il sistema circolatorio sanguigno si presenta in generale uniformemente conformato nella sua parte principale e lo si può, col Gegenbaur, ritenere costituito da un tronco longitudinale dorsale, di cui una porzione si sviluppa in un organo centrale (ventricolo cardiaco).

In rapporto col tronco longitudinale stanno rami trasversali i quali, nei casi in cui esistono branchie laterali, portano il sangue da queste al cuore e diventano essi stessi organi propulsori del sangue: considerati in rapporto col ventricolo essi sono come atrii o seni.

La porzione del vaso longitudinale dorsale, che non è trasformata in ventricolo cardiaco, è costituita da due parti: l'anteriore piglia il nome di *aorta anteriore* o *cefalica;* la posteriore è detta *aorta intestinale o addominale.*

Menzioneremo qui, lasciando in disparte i particolari

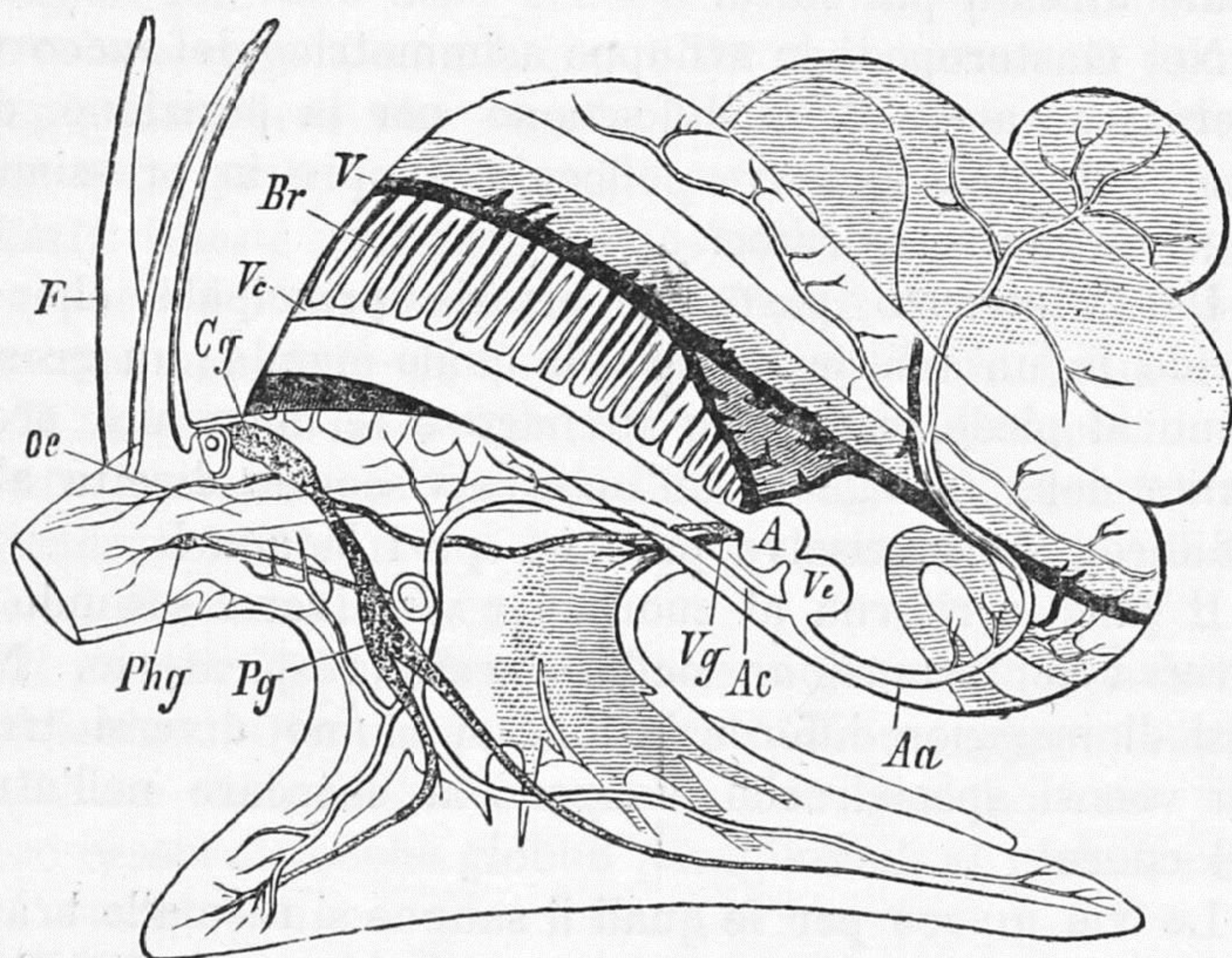



Fig. 100. — Sistema nervoso e apparecchio circolatorio della *Paludina vivipara* (da Leydig). *F* Tentacoli, *Oe* Esofago, *Cg* Ganglio cerebroide con l'occhio, *Pg* Ganglio pediale con l'otocisti, *Vg* Ganglio splancnico, *Phg* Ganglio faringeo. *A* Orecchietta, *Ve* Ventricolo, *Ao* Aorta addominale, *Ac* Aorta cefalica, *V* Vene, *Vc* Vena branchiale, *Br* Branchie.

troppo minuti, le modificazioni più importanti e caratteristiche del sistema vascolare sanguigno dei varî gruppi principali di molluschi.

Nei Lamellibranchi il cuore è circondato da un pericardio e riceve il sangue da due seni laterali. Nel maggior numero dei casi, come già sopra è stato indicato, il cuore si divide in due parti, l'una delle quali abbraccia talvolta parte dell'intestino posteriore. Dei due tronchi arteriosi l'anteriore va alla regione boccale e quivi si apre in ampie lacune sanguigne. Le lacune sanguigne si estendono e si ramificano nel mantello e nei visceri.

Si hanno lacune o seni sanguigni notevolmente ampi alla base delle branchie. Vi è inoltre un seno longitudinale fra i muscoli adduttori del piede che raccoglie il sangue del piede stesso. Tutte queste lacune comunicano fra loro, costituendo una rete. I due spazî laterali comunicano pure coll'organo così detto di Bojanus, del quale diremo più sotto.

Nei Gasteropodi lo sviluppo asimmetrico del sacco viscerale è causa di modificazione per la posizione del cuore, il quale si trova collocato sempre in prossimità degli organi respiratorî.

Dal ventricolo parte un' arteria principale che si divide in un'arteria cefalica, la quale manda: un grosso ramo al piede, rami allo stomaco e termina alla prossimità della faringe in un' arteria viscerale diretta allo indietro, che si risolve pure in spazî lacunari.

Il sangue ritorna al cuore per vie diverse secondo la diversa conformazione dell'apparato respiratorio. Nei casi di maggior differenziazione si hanno diversi tronchi venosi speciali che vengono a sboccare nell'atrio del cuore.

Le vie invece per le quali il sangue si reca alle branchie sono più o meno intieramente lacunari. Nei Polmonati vi ha un vero seno venoso che occupa la parete del polmone, seno che è interrotto qua e là da tratti di tessuto solido in modo che assume l'aspetto di una rete di lacune.

Nei Cefalopodi il cuore, che è collocato al fondo del sacco viscerale, dà origine regolarmente a due tronchi arteriosi, uno più grosso, *l'arteria cefalica*, e l' altro più piccolo, *l' arteria addominale*. L' arteria cefalica, dopo aver dato rami al mantello, all'imbuto e ad una parte dell' intestino si divide nel capo in tanti tronchi quante sono le braccia. Talvolta i tronchi delle braccia sono riuniti in un canale anulare basale al principio dell'esofago.

L'arteria addominale, ora si diparte dal cuore in direzione opposta all'arteria cefalica, ora invece si diparte

accanto all'arteria cefalica dalla superficie anteriore del cuore stesso. Essa manda rami agli organi sessuali e al canal digerente.

Vi è un sistema capillare che mette in comunicazione le ultime diramazioni delle arterie colle vene. Questo sistema pare provenga da differenziamenti delle lacune sanguigne. Le vene delle braccia si riuniscono in un seno circolare collocato nel capo; da esso parte un grosso ramo sanguigno che va alle branchie, dove si divide in due o in quattro rami principali detti *arterie branchiali*. Questi vasi raccolgono anche il sangue delle altre parti del corpo, e nei Cefalopodi dibranchiati presentano una regione contrattile detta cuore branchiale.

Il sangue si raccoglie poi nelle vene branchiali che sono in numero di due nei dibranchiati e di quattro nei tetrabranchiati. Esse, dopo aver formato una dilatazione, sboccano nel cuore.

Il sangue dei molluschi contiene generalmente dell'emocianina. Gli elementi figurati sono, nella maggior parte dei casi, soltanto amebociti: in qualche caso vennero osservati anche globuli paragonabili ai globuli rossi dei vertebrati.

Nei Tunicati la disposizione degli organi del sistema circolatorio varia notevolmente nei diversi gruppi.

I Copelati presentano la conformazione più semplice, poichè o il cuore manca al tutto, o è rappresentato da un sacco corto, ventrale, con due aperture; il rimanente della circolazione è lacunare e presenta correnti in determinate direzioni.

Negli altri tunicati vi è un sistema di vasi in comunicazione col cuore; tuttavia vi hanno ancora tratti con circolazione lacunare, quindi la circolazione, complessivamente considerata, è mista.

I Tunicati presentano pure nella loro circolazione un fenomeno che si osserva nei Phoronis, vale a dire che la direzione della corrente sanguigna, messa in moto dal cuore, è alternante.

Il sangue manca di globuli nei Copelati; negli altri

tunicati contiene globuli variamente conformati e talvolta colorati per la presenza in essi di granulazioni di color rosso arancio; pare tuttavia che si tratti di amebociti.

Il Cuénot ammette inoltre nella *Ctenicella appendiculata* l'esistenza di corpuscoli corrispondenti a globuli rossi propriamente detti.

Nei vertebrati vi è un organo centrale unico, il cuore, che funziona da organo propulsore del liquido nutriente.

Il liquido nutriente è di due sorta, il sangue e la linfa. Questi si separano e circolano in due sistemi di canali. Complessivamente considerato, l'apparato circolatorio dei vertebrati consta: 1.° di un cuore; 2.° di organi vasali periferici.

Fig. 101. — Cuore e tronco vascolare di una tartaruga. *Ad* Orecchietta destra, *As* Orecchietta sinistra, *Ao, d* Arco aortico destro, *Ao, s* Arco aortico sinistro, *Ao* Aorta discendente, *C* Vasi della testa, *Ap* Arterie polmonari.

Questi ultimi si dividono in: arterie, vene, vasi capillari e vasi linfatici.

L'apparato circolatorio nei vertebrati, come del resto si è visto pure negli altri tipi animali, è sottoposto all'azione modificatrice dell'apparato respiratorio, quindi esso deve venire studiato in correlazione con quest'ultimo. Non potendo qui entrare in particolari troppo minuti, ci

limiteremo a dare un'idea degli schemi fondamentali della circolazione nelle varie classi.

Nei Pesci il cuore consta di un ventricolo e di un atrio, che ne formano le due divisioni principali. Il cuore dei pesci accoglie soltanto sangue venoso che vi penetra da un seno venoso collocato immediatamente dietro di esso e che è solo in parte fuori del pericardio. Le pareti dell'atrio hanno uno strato muscolare poco forte, poichè esso si limita a spingere il sangue del ventricolo; mentre le pareti del ventricolo che devono spingere il sangue nei vasi che se ne dipartono hanno muscoli molto più robusti. Due valvole membranose stanno all'ostio atrioventricolare ed impediscono il riflusso del sangue.

Fig. 102 — Schema della circolazione doppia e completa (da Huxley). *Ad* Orecchietta destra. *Vcs*, *Vci* Vene cave superiore e inferiore, *Dth* Canale toracico, *Vd* Ventricolo destro, *Ap* Arteria polmonare, *P* Polmoni, *Vp* Vena polmonare, *As* Orecchietta sinistra, *Vs* Ventricolo sinistro, *Ao* Aorta, *D* Intestino, *L* Fegato, *Vp'* Vena porta, *Lv* Vena epatica.

La cavità del ventricolo si continua col bulbo arterioso e col tronco arterioso. La porzione attigua al ventricolo nei Plagiostomi ha la forma

di un prolungamento, nelle di cui pareti la muscolatura è disposta circolarmente. A questa parte si dà il nome di cono arterioso. Esso è separato dal bulbo arterioso da varie valvole.

Nei Dipnoi, corrispondentemente ad un inizio della respirazione polmonare, del quale già si parlò nel capitolo precedente, si osserva una modificazione del cuore. L'atrio e, fino ad un certo punto, anche il ventricolo ed il cono arterioso sono divisi in due parti per la presenza di un sepimento. Nel *Protopterus* la divisione è completa, cosicchè qui si hanno due correnti vicine di sangue: una arteriosa e l'altra venosa. La prima conduce il sangue delle vene polmonari, il quale viene spinto dall'atrio sinistro nel ventricolo sinistro e di qui nelle due arterie branchiali anteriori. Si ha quindi un *cuore misto*. Negli Anfibî il ventricolo è semplice; mentre l'atrio si divide in due parti per mezzo di un setto più o meno completo. Il sangue è misto. Le vene del corpo sboccano nell'atrio destro e le vene polmonari nell'atrio sinistro. Nei Perennibranchiati, nel periodo larvale branchiale, la circolazione realizza ad un dipresso le condizioni di quella dei Pesci.

Fig. 103. — Branchie *Br* e sacchi polmonari *P* di un perennibranco. *Ap* Arteria polmonare dell' arco vascolareinferiore. I tre altri vanno alle tre paia di branchie, *D* Tubo digerente, *A* Aorta.

Il cuore dei Rettili presenta di già una parete divi-

soria del ventricolo, che può essere imperfetta come nei Sauri, negli Ofidi e nei Chelonii, o perfetta come nei Coccodrilli. In questi tuttavia esiste una piccola comunicazione detta foro di Panizza.

L'aorta risulta sempre dall'unione di due tronchi vascolari, uno destro ed uno sinistro, che alla loro volta possono essere costituiti da due vasi anastomizzantisi fra loro, o da uno solo. Nel cuore degli uccelli e dei Mammiferi la divisione degli atrii e dei ventricoli è completa e allo stato adulto le due sorta di sangue non si mescolano nel cuore I ventricoli inoltre hanno maggior sviluppo degli atrii e muscolatura robustissima.

Fig. 104. — Apparecchio circolatorio della rana, *P* Polmone sinistro, il destro è stato tolto, *Ap* Arteria polmonare, *Vp* Vena polmonare, *Vc* Vena cava. *Ao* Aorta discendente, *N* Rene e vena porta renale, *D* Tubo digerente, *Lk* Vena porta epatica.

L'atrio destro riceve il sangue venoso del corpo mediante la vena cava superiore ed inferiore e quello del cuore mediante la vena coronaria. Esso è diviso mediante una valvola ben sviluppata, la *valvola tricuspidale* dal

ventricolo destro. Nei mammiferi fra l'atrio sinistro ed il ventricolo sinistro sottostante esiste pure una valvola detta *valvola bicuspidale.*

Il sangue si trova nel sistema dei vasi in movimento incessante; spinto dai ventricoli, esso ritorna al cuore per mezzo degli atrii, percorrendo successivamente le arterie principali e i loro rami, il sistema dei vasi capillari e le vene.

Si suole dividere la circolazione del sangue: in *grande circolazione*, che abbraccia il decorso per l'atrio sinistro, il ventricolo sinistro, l'aorta ed i suoi rami, i capillari, e le vene del corpo sino al punto di sbocco delle grandi vene cave nell'atrio destro; e in *piccola circolazione*, che comprende il decorso per l'atrio destro, il ventricolo destro, l'arteria polmonare, i capillari e le vene polmonari sino allo sbocco delle quattro vene polmonari, nel ventricolo sinistro, e nella *circolazione della vena porta.* La vena porta risulta dalla riunione delle vene dei visceri: essa penetra nel fegato dove si spande dividendosi in capillari; quindi ne esce, riunendosi nelle vene epatiche che mettono poi nella vena cava inferiore.

Qualche autore considera la circolazione della vena porta come un sistema circolatorio speciale; ciò non è sostenibile, poichè la conformazione che essa presenta si verifica pure in altre parti del corpo in varî animali (capsule surrenali dei serpenti, reni delle rane, ecc.).

Quando sul decorso di un tronco sanguigno arterioso o venoso si presentano delle suddivisioni in più rami, che, senza diventare capillari, si riuniscono nuovamente in un altro tronco rispettivamente arterioso o venoso, si hanno le così dette reti mirabili-arteriose o venose. Le reti mirabili hanno essenzialmente per scopo fisiologico di rallentare in alcuni organi la corrente del sangue.

Ciascuna arteria, considerando i Vertebrati più elevati, consta di tre strati: la tunica interna, la tunica media e la tunica avventizia. L'interna costa di un epitelio e di un rivestimento fibroso sottostante. Nella tu-

nica media predominano le fibre muscolari liscie e inoltre vi si trovano reti di fibre elastiche e le così dette membrane elastiche. La tunica avventizia consta prevalentemente di tessuto connettivo e di fibre elastiche.

La parete delle arterie più piccole perde man mano i suoi strati finchè da ultimo scompare la tunica di fibre liscie e non rimane che il tubo endoteliale dell'interna.

Le vene corrispondono in generale alla struttura delle arterie e ne differiscono soltanto perchè la loro tunica muscolare è meno sviluppata ed il tessuto connettivo prevale al tessuto elastico.

I vasi capillari, secondo l'opinione generalmente ammessa, sono costituiti da un tubo endoteliale, unica continuazione delle tuniche delle arterie.

Il sistema linfatico è un complesso di canali, il quale raccoglie il liquido che trasuda nei tessuti dai capillari sanguigni e lo riconduce nel torrente del sangue. Una porzione di questo sistema, che ha le sue radici sull'intestino, compie la funzione importantissima di raccogliere sotto forma di chilo il prodotto utile della digestione.

Inoltre lungo le vie del sistema linfatico sono intercalati organi speciali, destinati a dar origine agli elementi formali della linfa, alle cellule linfatiche, che vengono ad essere successivamente trascinate nella corrente sanguigna.

Nei Vertebrati inferiori (Pesci, Anfibî ed anche nei Rettili), i canali linfatici non sono ancora ben differenziati in alcuni tratti del corpo.

In questi Vertebrati si osservano i così detti cuori linfatici collocati variamente nel corpo. La loro parete è capace di contrazioni ritmiche.

Negli Anfibî Anuri vi sono inoltre numerosi e grandi spazî lacunari linfatici sottocutanei, i quali sono in comunicazione cogli spazî linfatici dorsali della cavità peritoneale. Il più importante di questi ultimi è lo spazio linfatico sottovertebrale che circonda l'aorta e sta in comunicazione collo spazio linfatico del mesenterio, nel quale sboccano i vasi linfatici intestinali.

Salendo dai Rettili nella serie dei Vertebrati, il sistema linfatico viene gradatamente a possedere un sistema di vasi con pareti proprie. Dagli Uccelli in su si trova un grande tronco longitudinale sotto vertebrale, detto *condotto toracico*.

Il condotto toracico comincia nei mammiferi nella regione lombare con una dilatazione detta *cisterna del chilo*, nella quale si riunisce la linfa proveniente dalle estremità posteriori del bacino, dal sistema urogenitale e dall'intestino. Anteriormente il condotto toracico si versa nella vena branchio-cefalica sinistra. In questa stessa vena sbocca la corrente linfatica proveniente dal capo, dal collo e dalle estremità anteriori.

Negli Uccelli e nei Mammiferi i vasi del sistema linfatico hanno speciali valvole che regolano la corrente del liquido od impediscono il suo riflusso.

Nel decorso dei vasi linfatici si interpongono le ghiandole linfatiche intercalari, cosicchè in esse i vasi linfatici entrano (vasi afferenti), e ne escono (vasi efferenti).

Oltre a questi organi ghiandolari linfatici altri organi sono in rapporto colla formazione dei corpuscoli linfatici, come, ad esempio, il timo, la ghiandola tiroide, la milza, i così detti corpi grassi degli Anfibî, la ghiandola ibernante, ecc. Ma sulla funzione di questi organi si hanno tuttora cognizioni incerte.

IX.

Apparato escretore.

Si è nei Platelminti, fra i Vermi, che si incomincia a trovare un apparato escretore nettamente differenziato.

L'apparato escretore è costituito essenzialmente da un sistema di canali semplici o ramificati, che sbocca alla superficie del corpo o con un orifizio solo nell'estremità

posteriore,o con due aperture nella parte anteriore, od anche verso la metà del corpo. Generalmente vi hanno due tronchi laterali principali, dai quali si diramano i rami sottili che percorrono il parenchima del corpo. I due grossi tronchi si riuniscono talvolta nella parte posteriore e il tratto comune si dilata in una vescicola pulsante, la quale mette all'apertura d'egresso unica. Vescicole pulsanti simili si possono pure trovare nei tronchi aventi aperture d'uscita separate.

Il sistema dei canali escretori può mettersi in comunicazione diretta colla cavità del corpo ed anche cogli spazî lacunari del parenchima, quando non esiste una cavità del corpo propriamente detta, per mezzo di formazioni speciali, dette *imbuti cigliati.*

Nei Turbellari è notevole l'apparato escretore della *Gunda segmentata* (Tricladi), il quale ha una disposizione metamerica assai spiccata.

Fig. 105. — Giovane Distoma secondo La Valette. *Ex* Ramo del sistema acquifero, *Ep* Poro escretore, *O* Apertura boccale con ventosa, *S* Ventosa nel mezzo dal lato ventrale *P* Faringe, *D* Ramo intestinale.

Nei canali più sottili dell'apparato escretore si trova un liquido trasparente; nei rami più grossi si vedono corpuscoli e concrezioni calcaree di varie dimensioni che si debbono considerare come prodotti di escrezione. I ciuffi di ciglia vibratili che si trovano quà e là lungo il percorso dei canali ed i movimenti proprî delle vescicole concorrono alla eliminazione delle sostanze sopradette.

Nei Discofori, pure fra i Vermi, l'apparato escretore si sviluppa in modo notevolissimo. Gli organi escretori,

detti anche *organi segmentali* o *nefridi*, dei Discofori corrispondono per la loro distribuzione alla metameria del corpo e sono distribuiti per paia in un numero variabile di somiti. Complessivamente considerato, ciascun organo segmentale si presenta come un tubo che si apre nell'interno del corpo per mezzo di un padiglione cigliato più o meno sviluppato e che piegandosi e ripiegandosi su sè stesso attraversa le pareti del corpo per sboccare all'esterno per mezzo di un apertura speciale, *poro del nefridio*. L'organo segmentale si complica talvolta notevolmente pel differenziarsi in esso di anse speciali ghiandolari, di vescicole, ecc.

Nella Sanguisuga, ad esempio, l'organo segmentale si presenta costituito da un tubo che si inizia nello spazio peritesticolare con un padiglione che rappresenta la cavità generale dell'animale, questo tubo si biforca e forma un'ansa ghiandolare ricca di vasi sanguigni: il canale escretore di questa ghiandola, *canale segmentale*, sbocca in una grossa vescicola, la quale ha pareti contrattili ricche di fibre muscolari e di vasi sanguigni. Internamente essa è rivestita di epitelio vibratile. Il contenuto della vescicola è una sostanza granulosa, biancastra, con granuli cristallini, aghiformi, che essa espelle al difuori colle sue contrazioni attraverso al poro nefridale.

Fig. 106. — Sezione longitudinale di una sanguisuga secondo Rud. Leuckart, *D* Canale intestinale, *G* Cervello, *Gk* Catena di gangli, *Ex* Canali escretori (Organi segmentari).

Gli organi segmentali che si trovano nei somiti non contenenti testicoli hanno una struttura più semplice; essi mancano del padiglione e del tubo che gli tien dietro, e si riducono alla ghiandola, al canale segmentale e alla vescicola terminale. Nella Sanguisuga vi hanno quindi nove paia di organi segmentali compiuti corrispondenti a nove paia di testicoli e otto incompiuti corrispondenti ai somiti privi di testicoli.

Negli Anellidi gli organi del sistema escretore o Nefridî sono per lo più disposti a paia corrispondentemente ai Metameri. Essi hanno fondamentalmente la struttura sopra menzionata di quelli dei Discofori. Il numero, la disposizione e lo sviluppo dei Nefridî è così variabile, pur conservando lo stesso piano generale di struttura, che troppo lungo sarebbe darne qui una descrizione anche sommaria.

Wtr

Fig. 107 — Figura schematica degli organi segmentali di un verme segmentato secondo C. Semper, *Ds* Dissepimenti dei segmenti *Wtr* Imbuti ciliati conducenti nel gomitolo.

I Nefridî oltre che alla funzione di escrezione servono pure in alcuni gruppi di Anellidi, come ad esempio nei Policheti, in parte all'espulsione dei prodotti degli organi riproduttori; in questo caso essi possono presentare speciali modificazioni.

Negli Artropodi gli organi escretori sono variamente conformati nei diversi gruppi.

Negli Onicofori si trovano veri Nefridî foggiati sullo

stampo di quelli degli Anellidi. Nei Miriapodi, in generale, si trovano invece i tubi Malpighiani, dei quali già si è detto a proposito del canal digerente degli Artropodi. Così pure si dica per gli Aracnidi e per gli Insetti.

Fig. 108. — Intestino con glandole accessorie di un *Carabus* secondo Leon Dufour. *Oe* Esofago, *Jn* Ingluvie. *Pv* Stomaco anteriore, *Chd* Intestino chilifero, *My* Organi malpighiani, *R* Retto, *Ad* Glandola anale con vescicola.

I tubi Malpighiani sono da considerarsi come organi escretori propriamente detti, poichè il liquido da essi contenuto, per quanto risulta dalle ricerche fatte su varie specie, contiene acido urico, cloruro di sodio, carbonato e ossalato di calcio, leucina, ecc. Il numero, la lunghezza, la disposizione dei vasi Malpighiani è variabilissima, e il lettore potrà a questo proposito consultare i lavori che riguardano particolarmente la struttura degli Insetti o degli altri gruppi di Artropodi.

Altri organi, come ad esempio le così dette ghiandole antennali, le ghiandole cementanti, ecc., si ritengono nei Crostacei come omologhi ai Nefridì: ma su di ciò sono necessarie ulteriori ricerche.

Sebbene le cognizioni che si hanno intorno all' apparato escretore nei Molluschi siano ancora per molti punti oscure e incerte, tuttavia si può ammettere che esso si collega con quello dei Vermi, dal quale anzi si può ritenere come derivato.

Nei Lamellibranchi l'organo di escrezione viene designato col nome di organo di Bojanus. Esso è collocato nella parte dorsale presso la base delle branchie e ri-

sulta di due masse ghiandolari le quali possano unirsi in una massa unica e dar luogo così ad un organo apparentemente impari.

Il sangue circola abbondantemente nell'organo di Bojanus e si spoglia dei materiali inutili. Secondo le ricerche di Griffiths, il sangue prima di entrare in quest'organo contiene acido urico ed urea, alla sua uscita ne è privo.

Si può quindi ammettere che indubitatamente l'organo di Bojanus funziona da rene. Negli Unio ed in altre specie un orifizio speciale mette in comunicazione la cavità dell'organo in discorso col pericardio. Un altro canale che sbocca ora in prossimità degli orifizi sessuali, ora nell'ovidotto, porta all'esterno del corpo il prodotto di secrezione dell'organo.

Nei Gasteropodi l'organo escretore è rappresentato, a quanto si sa, dal così detto rene, che è generalmente collocato presso il cuore, fra questo e l'apparato branchiale. Esso è da considerarsi molto probabilmente come omologo all'organo Bojanus dei Lamellibranchi, tanto più che anch' esso è primieramente duplice (lo è permanentemente in alcuni generi, ad esempio Haliotis, Patella, ecc.). L' atrofia del rene sinistro è presumibilmente in relazione coll'atrofia che si osserva in altri organi pari dei Gasteropodi. In varî casi la conformazione dei reni è analoga a quella dei Nefridì dei Vermi.

Negli Eteropodi il rene è rappresentato da un sacco contrattile collocato in vicinanza del cuore. Si è parlato della penetrazione dell'acqua nel rene e da questo nel sangue: ma ciò viene oggi messo in dubbio e ad ogni modo sono necessarie a tal riguardo nuove ricerche.

Nei Cefalopodi, si trovano quattro organi escretori nei Tetrabranchiati e due nei Dibranchiati. Le appendici dette fungiformi dell'apparato escretore si estendono sulle due o sulle quattro vene branchiali, e talvolta si estendono notevolmente anche sulle arterie branchiali: i prodotti di escrezione cadono nei sacchi così detti renali; da questi partono i canali escretori che vanno a

sboccare alla base delle branchie. Nei sacchi renali si trovano concrezioni giallastre ricche di fosfati di calce.

Incerte sono tuttora le cognizioni che si hanno sull'apparato escretore dei Tunicati, e la stessa cosa si può dire per quello dei Leptocardi.

Nel sottotipo dei Vertebrati l'apparato escretore è in connessione così intima col sistema riproduttore che è conveniente trattare dei due sistemi contemporaneamente, tanto più che in tutti i Vertebrati essi si presentano costituiti collo stesso piano di struttura.

Si è nei Selaci dove si trovano le condizioni, a quanto pare, primitive dell' apparato in discorso.

Si può dire brevemente che l' apparato escretore consta di tre serie di organi ghiandolari diversi che si sviluppano successivamente, vale a dire: il rene cefalico o prorene (pronephros); il rene medio (mesonephros, rene primitivo negli Amnioti); il rene posteriore (metanephros, rene persistente negli Amnioti).

Queste ghiandole constano di canali uriniferi e glomeruli di Malpighi con disposizione segmentale nei Selaci, tanto che esse vennero paragonate da varî Autori agli organi segmentali degli Anellidi.

Il primo organo che entra in azione è il prorene che nasce da una estroflessione dell'epitelio del celoma e sta in unione colle cavità del corpo mediante un numero variabile di aperture imbutiformi, le quali possono essere cigliate (Anamnii). Così si forma una ghiandola renale primitiva colla quale entrano in rapporto vasi sanguigni ramificati (formazione dei glomeruli).

Col prorene viene a mettersi in rapporto un condotto escretore, del quale si discute l'origine. Questo canale sbocca all' esterno dietro all'ano oppure nella cloaca. Il pronephros può persistere fino allo stato adulto (molti Teleostei), ma generalmente è organo transitorio e persiste solo il suo condotto escretore che nella serie dei Vertebrati superiori subisce importanti modificazioni.

Il prorene, che si atrofizza lentamente, viene supplito da un apparato renale ontogeneticamente secondario, il mesonephros, o rene primitivo.

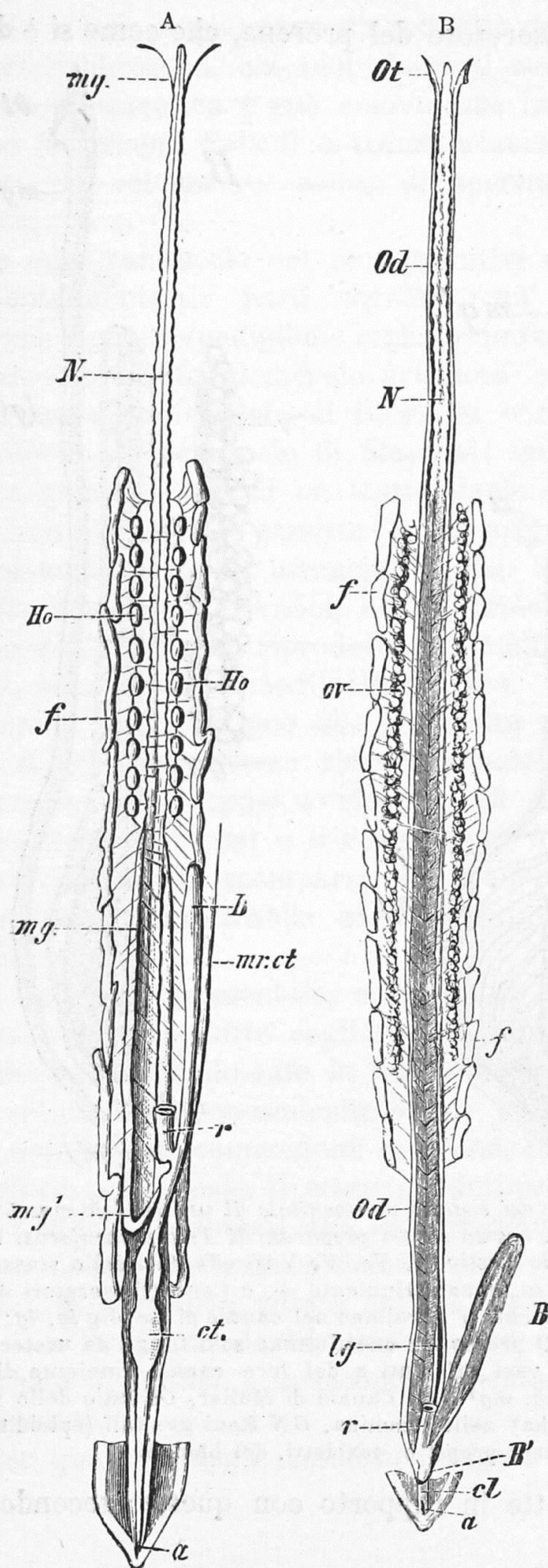



Fig. 109. — Sistema uro-genitale dell'*Epicrium glutinosum*, maschio (A) e femmina (B). Da Spengel. *N*, *N* Reni, *mg*, *mg'*, canale di Müller del maschio, a cui nella femmina corrisponde l'ovidotto, *Od*. *Ot* Ostio della tuba, *Ho* Testicolo, *ov* Ovario, *f*, *f* Corpo grasso, *lg* Canale di Leydig, *B*, *B* Vescica urinaria, *ct*, *cl* Cloaca che in *a* si apre all'infuori, *mr*, *cl* Muscolo retrattore della cloaca, *r* Retto.

Il condotto escretore del prorene, che come si è detto

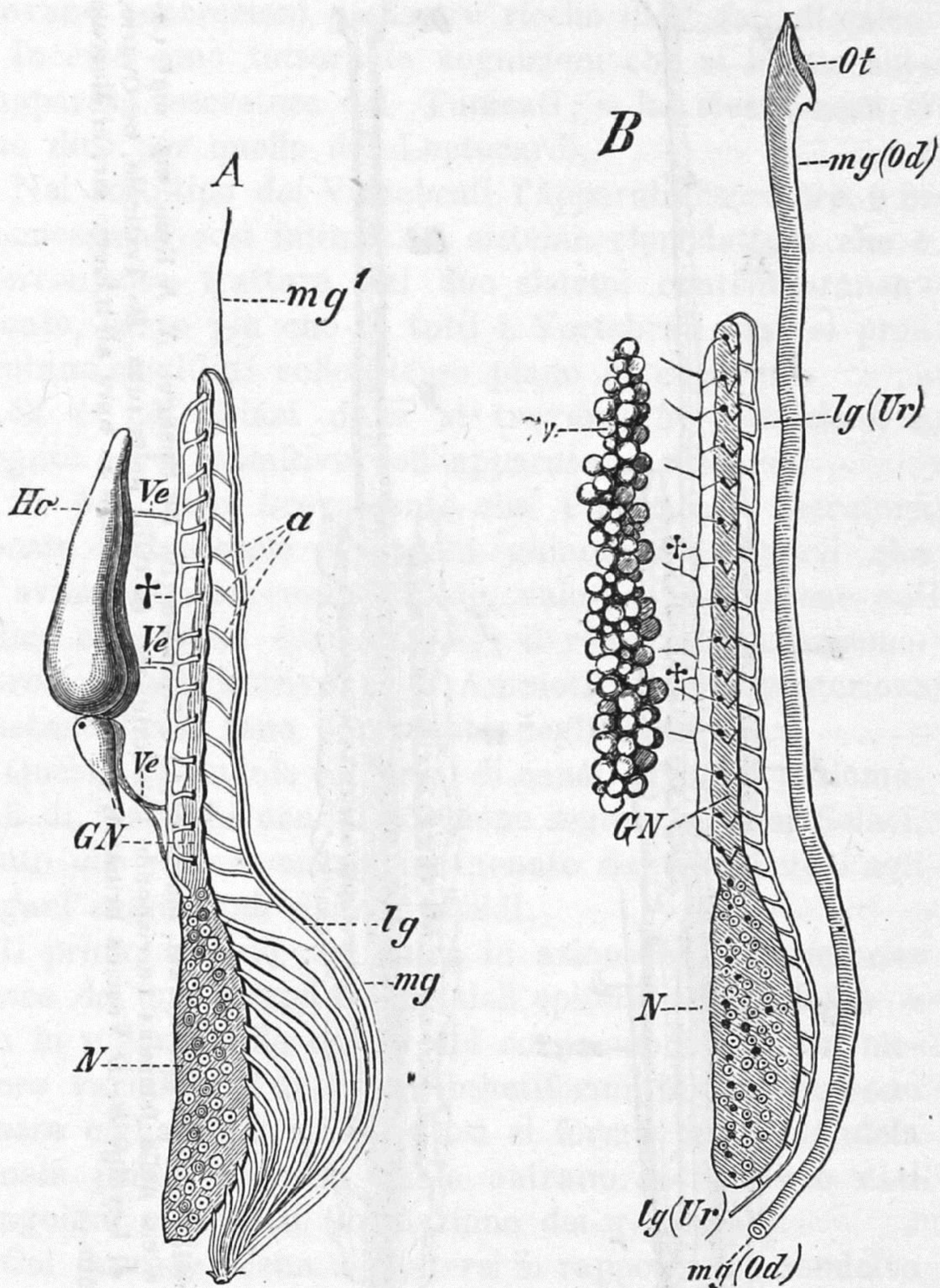



Fig. 110 — *Schema del sistema uro-genitale di un urodelo maschio* (*A*) *e femmina* (*B*), *basato su un preparato di Triton taeniatus.* Da G. W. Spengel, *Ho* Testicolo, *Ve*, *Ve* Vasi efferenti dello stesso che si uniscono in un canale riuniente +, *a* Condotti escretori dei canalicoli urinarî che si avvallano nel canale di Leydig *lg*, *lg*; nella femmina (fig. B presso *lg*) quest'ultimo solo funge da uretere (*U*). Il sistema dei vasi efferenti e del loro canale riuniente diviene qui atrofico. *mg*, *mg*¹ (*Od*) Canale di Müller, *Ot* Ostio dello stesso (ostio della tuba) nella femmina, *GN* Reni genitali (epididimi del maschio). *N* Reni proprî o, cosidetti, del bacino.

persiste, si mette in rapporto con questo secondo ap-

parato renale e gli serve da condotto escretore. Anche il mesonephros ha, nei suoi elementi costitutivi, disposizione metamerica e può comunicare in modo permanente (in alcuni Selaci) o transitoriamente (Selaci ed Anfibî) col celoma per mezzo di aperture imbutiformi, ciliate.

In ogni canalicolo dei reni primitivi si trovano fondamentalmente le parti seguenti: un' apertura imbutiforme cigliata (padiglione cigliato, imbuto segmentale, nephrostoma); un glomerulo arterioso che è contenuto nella così detta capsula di Bowman e che insieme costituiscono il corpuscolo di Mapighi: un tratto attorcigliato ghiandolare; ed un tratto finale.

Il rene primitivo persiste nella maggior parte dei Pesci come sistema urinario. Negli altri Vertebrati (molti Selaci, negli Anfibî, negli Amnioti) entra in rapporto coll' apparato riproduttore, dando luogo a varie parti, come diremo meglio in seguito.

Il rene primitivo può alla sua volta regredire e allora si sviluppa il terzo sistema renale o metanephros o rene definitivo come avviene negli Amnioti e forse anche nei Ciclostomi e il rene che si forma nella metamorfosi, dopo la scomparsa del pronephros e del mesonephros è comparabile al rene definitivo degli Amnioti.

Il condotto segmentale, o condotto del pronephros, entra poi in rapporto cogli organi riproduttori. Esso si divide longitudinalmente in due canali: uno che rimane in continuità col mesonephros è il condotto di Müller che non ha più connessione col rene, conservando una apertura peritoneale. Il primo condotto serve nei maschi dei Vertebrati Anamnî alla escrezione dell'orina e nello stesso tempo da canale deferente. Nei Selaci e negli Anfibî, in seguito a questa doppia funzione, si ha una divisione longitudinale del cànale in due, canale di Leydig e canale di Müller e il secondo diventa nelle femmine l'ovidotto.

Per quanto è degli Amnioti, l'origine del condotto di

Müller è tuttora molto discussa. Negli Amnioti maschi il condotto di Müller ha parte secondaria e perde quasi ogni importanza fisiologica. La sua parte prossimale diventa l'appendice del testicolo conosciuta col nome di idatide di Morgagni, le sue estremità distali confluiscono fra loro e formano una piccola vescichetta designata col nome di utero maschile.

Negli Amnioti femmine il canale di Müller diventa l'intero tratto genitale, tuba, utero, vagina.

Il canale di Wolff, che è l'altro canale che risulta dalla divisione del canale renale primitivo, diventa nei maschi il vaso deferente e nella sua parte prossimale dà origine al corpo e alla coda dell'epididimo.

Nelle femmine invece il canale di Wolff regredisce e in alcuni mammiferi soltanto persiste nel così detto canale di Gartner.

La estremità prossimale del canale di Wolff persiste in molti casi e dà origine al così detto paraovario.

Gli ureteri dopo essersi separati dal condotto renale primitivo si versano da principio nella porzione addominale dell'allantoide (uraco) che comunica colla cavità intestinale primitiva. Da questa porzione si forma poi una dilatazione (vescica urinaria).

La vescicola urinaria può essere anche una semplice dilatazione degli ureteri (Pesci).

I condotti genitali e l'intestino nei Sauropsidi e nei Mammiferi inferiori terminano posteriormente in una cavità comune, la cloaca. Nei Mammiferi superiori invece si ha una divisione fra i canali di sbocco dei due apparati per la formazione del perineo perciò l'intestino, e l'apparato uro-genitale acquistano aperture proprie.

Per ciò che è della struttura istologica del rene e dei condotti escretori si consultino i trattati speciali di istologia.

Organi genitali. L'epitelio germinativo in tutti i Vertebrati si sviluppa dall'epitelio del celoma e dà origine ai testicoli ed agli ovarî. Nei Vertebrati la separazione dei sessi è la regola; tuttavia, in qualche pesce, normale

è la condizione ermafroditica (Serranus); in altri pare che i casi di ermafrodismo siano frequenti, ma non costanti.

Le ghiandole genitali dei Ciclostomi si presentano come un organo impari e lungo, sospeso alla parte dorsale dell'intestino. In generale nei Pesci, come ordinariamente anche negli altri Vertebrati la disposizione delle ghiandole genitali è pari e il fondersi insieme delle due parti è fenomeno avvenuto secondariamente. Nei Teleostei gli ovarî ed i testicoli si corrispondono per la posizione, per la conformazione generale e pei canali escretori.

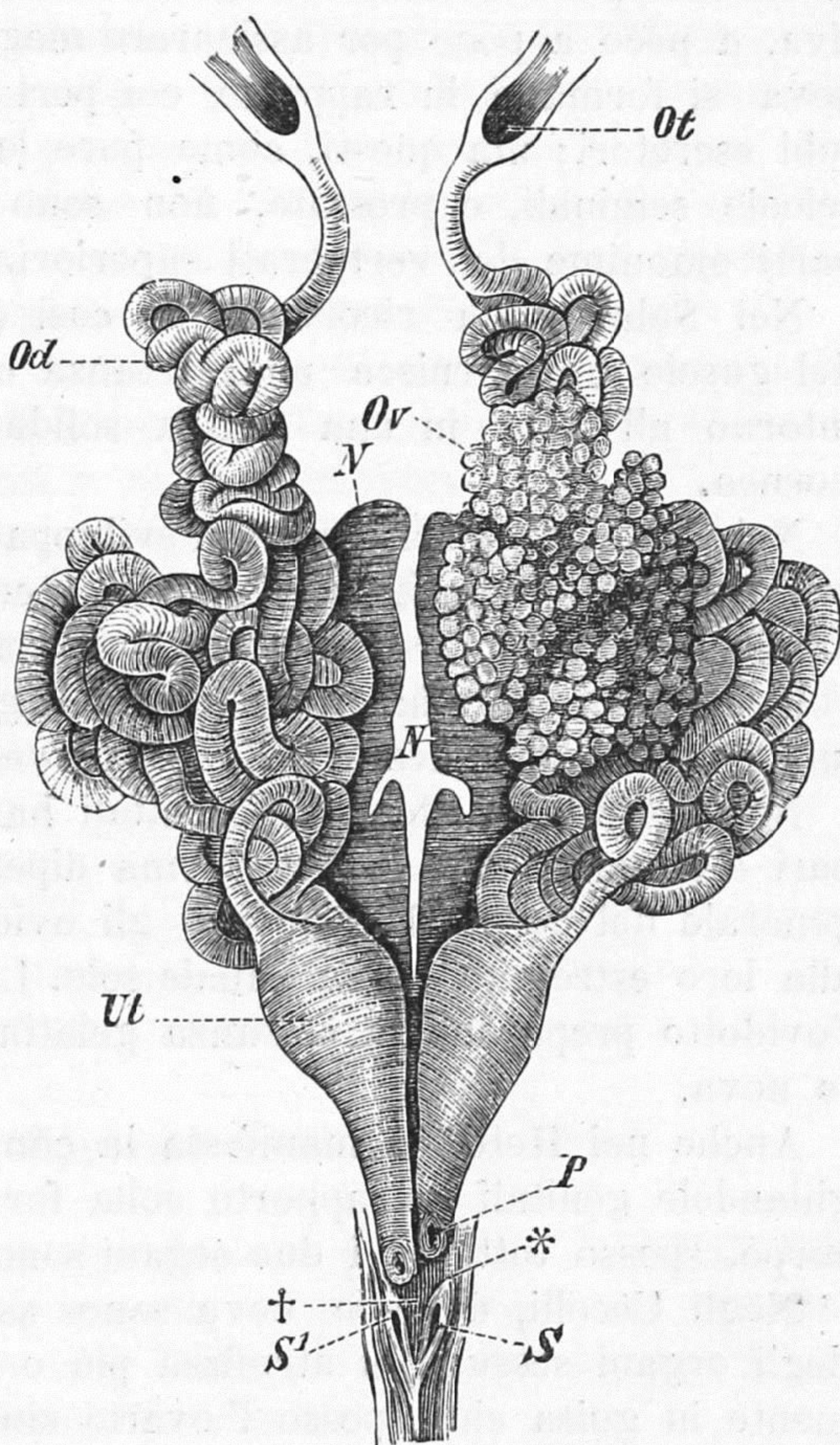



Fig 111. — *Apparecchio uro-genitale della rana esculenta femmina.* *Ov* Ovario (manca l'ovario dell'altra parte), *Od* Ovidotto, *Ot* Ostio della tuba, *Ut* Estremità rigonfia uteriforme dell'ovidotto, *P* Suo sbocco nella cloaca, *N* Rene, *S*, *S*[1] Sbocchi degli ureteri nella cloaca, che stanno su due pieghe longitudinali (*) divise tra loro da un profondo intervallo (+).

Nei Ciclostomi e, tra i Teleostei, nelle Anguille e in altri, i prodotti genitali sono portati allo esterno per mezzo dei pori addominali. Questa condizione è primitiva, a poco a poco per assicurare meglio l'uscita delle uova si formano in rapporto coi pori addominali dei tubi escretori; ma questi, come pure le così dette vescicole seminali, o prostate, non sono omologhe alle parti omonime dei vertebrati superiori.

Nei Selaci è da ricordarsi la così detta ghiandola del guscio che fornisce una sostanza che si indurisce intorno all'uovo in una massa solida, di consistenza cornea.

Nei Selaci vivipari l'uovo si sviluppa entro all'utero, ora non essendo unito alla parete uterina, ora invece dando luogo alla formazione di una vera placenta.

Nei Selaci maschi serve come organo copulatore una porzione modificata della pinna ventrale.

Negli Anfibî le ghiandole genitali hanno disposizione pari e simmetrica e la loro forma dipende dalla forma generale del corpo. Raramente gli ovidotti si fondono alla loro estremità in un canale solo. Le ghiandole dell'ovidotto preparano la sostanza gelatinosa che avvolge le uova.

Anche nei Rettili è manifesta la conformazione delle ghiandole genitali in rapporto colla forma generale del corpo, spesso tuttavia i due organi sono asimmetrici.

Negli Uccelli, dove le uova sono assai grandi, uno degli organi sessuali si atrofizza più o meno completamente in guisa che spesso l'ovario sinistro soltanto è in grado di funzionare.

Nei Rettili si trovano organi copulatori erettili, talvolta estroflessibili, per un tratto notevole e mossi da apparato muscolare speciale assai complicato.

L'apparato genitale dei Mammiferi non si estende, più come nei vertebrati inferiori, per tutta la cavità del corpo; ma è limitato alla regione lombare e del bacino.

Nei Mammiferi si hanno alcuni pochi casi di oviparità (Monotermi), mentre gli altri sono vivipari.

Numerosi punti di contatto del resto si osservano fra gli apparati riproduttori dei Mammiferi inferiori e quelli dei Rettili e degli Uccelli. Sono a tal riguardo particolarmente interessanti i Monotremi ed i Marsupiali.

I testicoli concordano per il loro luogo di formazione cogli ovarî: ma possono, contrariamante ai primi, discendere più in basso del bacino, seguendo il così detto canale inguinale, e arrivare al fondo di una appendice a borsa della regione ipogastrica detta *scroto*.

Il vaso deferente può presentare nel suo decorso delle vescicole seminali, le quali sono molto sviluppate, ad esempio, nei Rosicanti e negli Insettivori.

L'apparato riproduttore femminile è, tenuto conto di alcuni particolari di sviluppo, fondamentalmente foggiato secondo il tipo di quello maschile.

L'esame delle figure qui unite può dare un' idea complessiva del piano di struttura dei due apparati riproduttori.

X.

Apparato riproduttore.

Nei Poriferi la riproduzione può essere asessuale, per divisione o per gemmule, oppure sessuale. La riproduzione per gemmule è frequente sia nelle spugne d' acqua dolce, sia in quelle marine.

Le gemmule si staccano dall'individuo progenitore e rimangono in riposo per tutta la cattiva stagione: nella primavera le cellule contenute nella gemmula escono fuori o per la rottura dell'involucro capsulare di cui sono proviste, o per una sua apertura speciale. Esse a poco a poco sviluppandosi danno luogo ad una spugna completa.

Le uova e gli spermatozoi provengono da cellule ameboidi, mesodermiche, modificate.

Per lo più i sessi sono separati e le colonie sono dioiche. In alcune forme (*Sicandra raphanus*, ad esempio), l'uovo si sviluppa nello strato mesodermico ed esce allo stato di larva cigliata. In altri casi lo sviluppo si fa al di fuori del corpo dell'animale.

Nei Celenterati la riproduzione è sessuale, o per divisione o per gemmazione: questa ultima maniera di riproduzione, se gli individui gemmati non diventano liberi, conduce alla formazione di colonie. In molti casi le due maniere di riproduzioni alternano nella stessa specie (riproduzione alternante). Gli organi genitali sono rappresentati da semplici epiteli germinativi, localizzati in alcune parti dell'animale, sia nell'esoderma, sia nel mesoderma, sia fra questo e l'endoderma.

Fig. 112 — *Apparato uro-genitale femminile di una giovane Didelphys dorsigera.* *NM* Reni. *Ur* Ureteri, *Od* Ovidotto, *Ov* Ovario, *Ut* Utero, *Ut*[1] Sbocco dell'utero nel sacco vaginale cieco *VgB*, + Punto di piegatura dell'utero colla vagina, *Sug* Seno uro-genitale, *r* Retto, * Glandule rettali. *Cl*, *g* Membro genitale.

Generalmente il luogo della formazione dei prodotti sessuali è la parete della cavità digerente e degli spazi che ne dipendono. Talora i due elementi della riproduzione sessuale sono prodotti dallo stesso individuo, talora invece gli individui hanno sessi distinti. Vi sono anche colonie ermafroditiche e colonie con sessi separati.

Nella classe delle Idromeduse non è possibile ancora

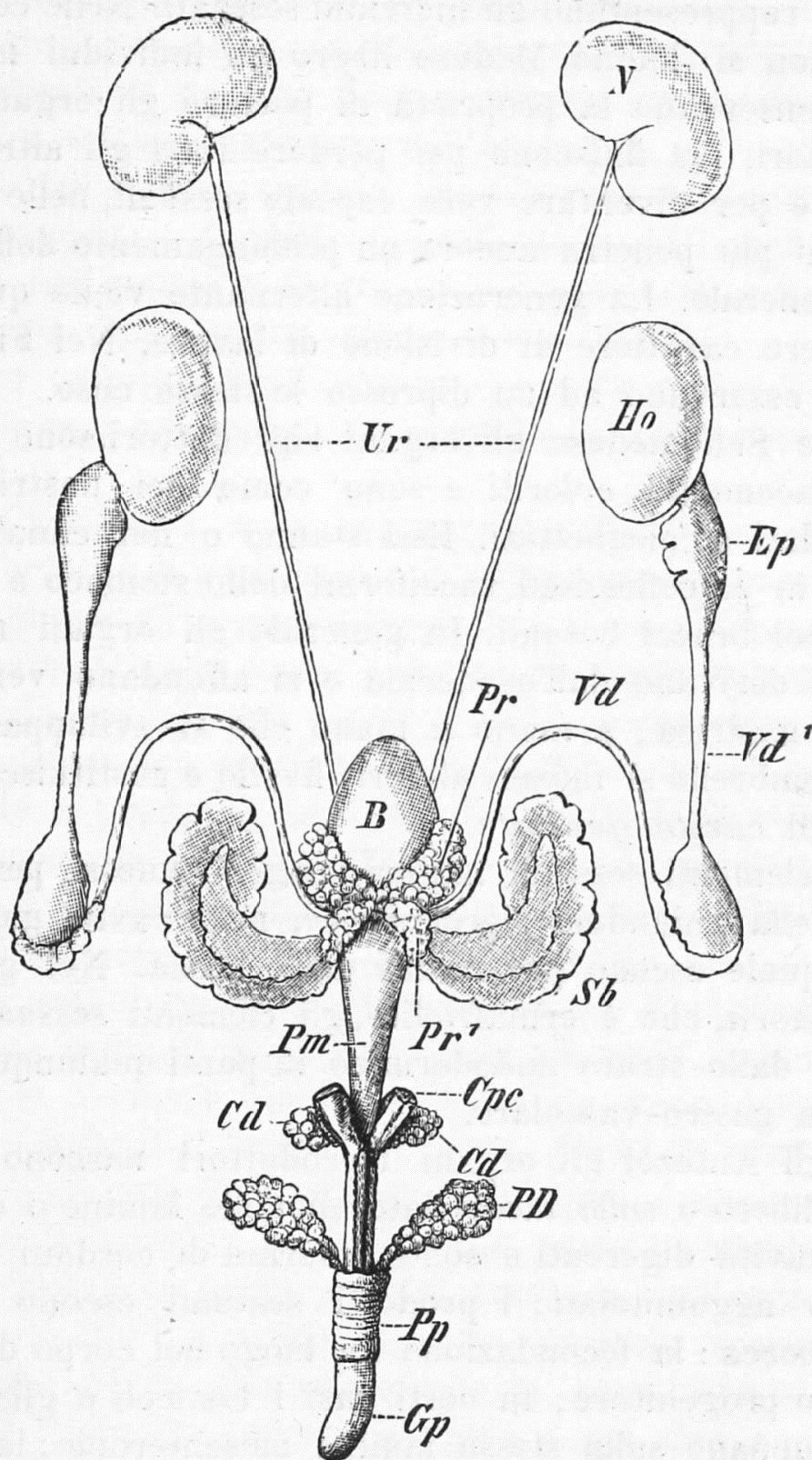



Fig. 113. — *Apparato uro-genitale maschile del porcospino*. *N* Reni, *Ur* Uretere, *B* Vescica urinaria, *Pm* Parte membranacea dell'uretra, *Cpc* Corpi cavernosi, *Pp* Prepuzio. *Gp* Glande del pene, *PD* Glandule prepuziali, *Cd* Glandule di Cowper, *Pr*, *Pr'* Diversi lobi della prostata, *Sb* Vescicole seminali, *Ho* Testicolo, *Ep* Epididimo, *Vd*, *Vd'* Vaso deferente.

stabilire una regola generale intorno alla formazione degli elementi sessuali.

Nelle colonie di Idroidi che producono Meduse libere queste rappresentano gli individui sessuati. Nelle colonie dove non si hanno Meduse libere gli individui medusoidi conservano la proprietà di portare gli organi riproduttori, ma finiscono per perdere tutti gli altri apparati e per diventare vere capsule sessuali, nelle quali tutto al più penetra ancora un prolungamento della cavità generale. La generazione alternante viene qui ad assumere carattere di divisione di lavoro. Nei Sifonofori si osservano ad un dipresso le stesse cose.

Nelle Scifomeduse gli organi riproduttori sono spesso vivacemente coloriti e sono come dei nastri aggomitolati o pieghettati. Essi stanno o nei canali radiali o in entroflessioni sacciformi dello stomaco e alternano coi bracci boccali. In generale gli organi riproduttori derivano dall'esoderma e si affondano verso la cavità gastrica, a mano a mano che si sviluppano. Il sotto ombrello si infossa al loro livello e costituisce una sorta di *cavità genitale.*

Gli elementi sessuali maturi vengono emessi, per rottura della ghiandola riproduttrice, nella cavità gastrica dalla quale escono per mezzo della bocca. Nel genere *Chrysaora*, che è ermafrodito, gli elementi sessuali derivano dallo strato endodermico in punti qualunque del sistema gastro-vascolare.

Negli Antozoi gli organi riproduttori nascono dall'orlo libero o sulle faccie laterali delle lamine o creste nelle cavità digerenti e sono in forma di cordoni allungati o aggomitolati; i prodotti sessuali escono fuori dalla bocca: la fecondazione ha luogo nel corpo dell'individuo progenitore; in certi casi i testicoli e gli ovarî si sviluppano sulla stessa lamina mesenteroide; la maturità delle uova e degli spermatozoi può farsi in epoche diverse. Si riscontrano forme unisessuali e forme ermafroditiche, e così pure si trovano colonie *dioiche e monoiche.*

Nei Ctenofori gli organi riproduttori si sviluppano direttamente nei canali che corrono lungo le costole o in

diverticoli sacciformi di essi. Un lato del canale porta i follicoli ovarici e l'altro i lobuli testicolari.

Talvolta come nei Cestidi, gli organi riproduttori sono localizzati in qualche punto soltanto. Probabilmente gli organi sessuali derivano dall'esoderma, e vengono coperti dall'epitelio cigliato che tappezza il canale. Giunti a maturità, i prodotti sessuali rompono l' epitelio, cadono nel canale e di qui sono trasportati nella cavità gastrica, della quale escono per la bocca.

Per quanto è degli organi riproduttori dei Vermi, ci limiteremo ad accennare a quelli dei gruppi più importanti.

I Platelminti sono ermafroditi, fatta eccezione dei Nemertini e di pochi casi nei Turbellari e nei Trematodi.

Sebbene gli organi riproduttori corrispondano fondamentalmente alle forme più semplici degli organi stessi, tuttavia essi in varie forme ermafroditiche e parassite si connettono con complicazioni di struttura notevoli, destinate a produrre una grande quantità di uova e ad assicurare la loro fecondazione per provvedere alla conservazione della specie, che è resa spesso difficile dalle condizioni speciali della vita parassitica.

Gli organi riproduttori maschili nei Turbellari sono: 1.º due testicoli in forma di tubi allungati, ciascuno dei quali si continua direttamente in un vaso deferente o in una serie di follicoli testicolari, riuniti da condotti secondarî in due vasi deferenti principali, i quali possono rimanere isolati o fondersi nella parte terminale in un vaso deferente unico, che si continua coll' organo copulatore. 2.º La vescicola o le vescicole spermatiche, secondo che la dilatazione che la costituisce si fa nel canale deferente terminale unico o nei due canali separati. 3.º L'organo copulatore, muscoloso, spesso armato di uncini o di aculei, il quale può essere estroflesso. Esso è contenuto in una sorta di guaina che mette al poro genitale e può trovarsi in rapporto con ghiandole speciali.

Gli organi riproduttori femminili constano: 1.º di un ova-

rio (*germigeno*) ora semplice, ora diviso in due sacchi allungati i quali si continuano in un ovidotto o in due ovidotti: questi si uniscono per lo più nella porzione terminale in un ovidotto unico.

L'ovidotto unico dà luogo per estroflessioni laterali alla formazione del *ricettacolo del seme*. 2.° L'utero, o gli uteri i quali derivano da porzioni speciali, variabili, dell'ovidotto o degli ovidotti o per dilatazione diretta di una parte di essi, o talvolta per estroflessioni laterali. 3.° La vagina e la borsa copulatrice. L'ultimo tratto dell'ovidotto si differenzia spesso in una vagina: la borsa copulatrice è una appendice di questa. 4.° le ghiandole vitelline o *corpi vitellogeni*. Questi sono organi ghiandolari talvolta molto sviluppati, arborescenti e lobati. Talvolta riuniti all'ovario, i quali versano il loro prodotto per mezzo di tubi (*vitellodutti*) nell'ovidotto col quale si fondano anche per un certo tratto in un condotto comune.

In molti Turbellari vi è un solo poro genitale esterno maschile e femminile. In altri vi sono due aperture distinte e la maschile è posta innanzi alla femminile. In alcuni Rabdoceli si osserva un principio di separazione dei sessi secondo gli individui in un ineguale sviluppo dell'uno e dell'altro apparato riproduttore. In alcuni, come già sopra è stato detto, la separazione è compiuta e si ha l'unisessualismo.

Nei Nemertini l'apparato riproduttore è conformato più semplicemente e in modo analogo; nei due sessi vi hanno dei tubi allungati (testicoli ed ovarii) che sono collocati nelle parti laterali del corpo e che si aprono all'esterno per mezzo di orifizî pari ai lati del corpo o sulla parte dorsale.

Nei Trematodi si trovano, negli apparati riproduttori, a un dipresso le parti sopra menzionate pei Turbellari con variazioni tuttavia più o meno notevoli nei diversi gruppi. Nelle femmine sboccano spesso alla base dell'utero ghiandole speciali dette *ghiandole del guscio* destinate a preparare sostanze avvolgenti l'uovo.

Nei Cestodi gli apparati sessuali sono collocati nelle proglottidi, ciascuna delle quali può considerarsi come un individuo ermafrodito. Le parti fondamentali sono le stesse già sopra menzionate pei Turbellari e pei Tematodi, vale a dire, per l'apparato maschile testicoli con follicoli ghiandolari per lo più piriformi riuniti da canalicoli secondari ai canali deferenti principali, un organo copulatore o pene estroflessibile munito talvolta di uncini, una tasca del pene; per l'apparato femminile: un utero, una ghiandola del gusco, un ricettacolo del seme e una vagina.

L'apparato femminile sbocca per mezzo di un poro all'indietro dell'apparato maschile ora sulla faccia ventrale della proglottide (*Botriocephalus*) ora su uno dei margini (*Taenia*). A misura che le proglottidi si vanno allontanando dallo scolice progredisce lo sviluppo degli apparati sessuali colla precedenza tuttavia dell'apparato maschile. L'accoppiamento dei due apparati e la fecondazione si fa prima che l'apparato femminile sia completamente maturo. Gli spermatozoi si trovano raccolti nel ricettacolo seminale. Più tardi giungendo l'utero al completo suo sviluppo, i testicoli, gli ovari e le ghiandole vitellogene vengono riassorbite più o meno completamente.

I Gordii e la maggior parte dei Nematodi sono unisessuali e non raramente presentano un dimorfismo sessuale notevole (1). Lo sviluppo dei Nemaltelminti è spesso accompagnato da metamorfosi.

Nei Nematodi gli apparati riproduttori maschili e femminili sono in forma di tubi allungati, ora semplici (generalmente l'apparato maschile) ora pari. La loro parte superiore corrisponde al testicolo o all'ovario e la loro parte inferiore al canal deferente e all'ovidotto.

Nei maschi ordinariamente la cloaca possiede due spicole chitinose, di forma e sviluppo vario secondo le specie, che vengono proiettate al difuori da muscoli speciali durante l'accoppiamento.

(1) Nei Nematodi vennero osservati pure casi di alteranza di due generazioni ed anche casi di partenogenesi.

I tubi ovarici possono dividersi in tre segmenti: il germigeno, l'utero e la vagina. Quest'ultima è unica, corta e si apre per lo più ventralmente verso la metà del corpo.

Nei Gordii l'apparato riproduttore dei maschi è costituito da due testicoli seguiti da due vasi deferenti che si aprono in una dilatazione cloacale insieme col canal digerente. Non esiste organo copulatore; i due lobi nei quali è divisa l'estremità posteriore del corpo e certe spine o lamine tegumentali di questa regione servono ad afferrare l'estremità posteriore della femmina durante l'accoppiamento.

Nelle femmine l'apparato riproduttore è un po' più complicato ed è così costituito: vi sono due ovaie le quali occupano la posizione mediana del corpo, sulla loro parte interna corre per quasi tutta la loro lunghezza l'ovidotto che è in comunicazione con esse per mezzo di numerose aperture. Verso l'estremità posteriore del corpo le ovaie cessano e gli ovidotti si incurvano verso la parte ventrale dando luogo ad un rigonfiamento, poscia si aprono in una sorta di diverticolo cloacale (utero di varî Autori). Nel diverticolo cloacale viene pure ad aprirsi il ricettacolo dello sperma il quale è ampio e lungo.

Il diverticolo cloacale è diviso in due parti: una superiore in cui si aprono gli ovidotti e il ricettacolo dallo sperma, e una inferiore più ampia, con pareti ghiandolari nella quale si apre il canal digerente.

I Discofori sono nella massima parte emafroditi eterogami. L'apparato maschile consta di varie paia di testicoli, come ad esempio nella sanguisuga comune, collocati nella regione ventrale, un paio per ciascun somito, ai lati della catena gangliare ventrale.

Ciascun testicolo ha un canale escretore corto che va a sboccare in un canale deferente longitudinale.

Ciascun canale deferente nella parte anteriore si aggomitola e forma l'*epididimo*, poscia i due canali si uniscono insieme nella linea mediana. Là dove avviene l'u-

nione dei due canali vi ha un' ammasso di ghiandole unicellulari detto prostata. Il canale deferente unico che risulta dalla unione dei due laterali si prolunga in un pene protrattile; alla base del pene si ha una dilatazione detta vescicola seminale. Il secreto delle ghiandole prostatiche serve a riunire una certa quantità di spermatozoi in uno spermatoforo che viene indrodotto durante l'accoppiamento nell'apparato riproduttore femminile.

L'apparato riproduttore femminile è riunito in un solo somito fra l'apertura genitale esterna maschile e il primo paio di testicoli. I due ovarî hanno ciascuno un condotto escretore che si riunisce in un solo ovidotto ripiegato ripetutamente su se stesso e avvolto da un tessuto spungioso contenente vasi sanguigni e numerose ghiandole unicellulari; queste si considerano analoghe alle ghiandole *dell' albumina* dei Cestodi: il loro prodotto si versa nell'ovidotto. L'ovidotto si allarga poscia, nella maggior parte dei casi, in un sacco detto *utero* o *vagina*, che si apre all'esterno per mezzo del poro genitale femminile. Esso è collocato al disotto del poro genitale maschile. Fra gli Anellidi, gli Oligocheti sono ermafroditi, i Policheti sono nella massima parte unisessuali. (Sono ermafroditi ad esempio alcuni generi di Serpulidi).

Fig. 114. — Apparecchio sessuale della sanguisuga. *T* Testicoli, *Vd* Vaso deferente, *Nh* Epididimi, *Pr* Prostata, *C* Cirro, *Ov* Ovari con la vagina e l'orificio sessuale femminile.

Fra gli Archianellidi si hanno forme ermafrodite e forme unisessuali. — I Misostomidi sono ermafroditi.

Nei Policheti le ghiandole riproduttrici si rassomigliano molto nei due sessi e non si sviluppano generalmente che all'epoca dalla riproduzione. Esse provengono dallo

strato peritoneale della cavità del corpo e la loro posizione, la loro forma, il loro sviluppo sono variabilissimi. Le uova e le cellule spermatiche quando sono mature si staccano e cadono nella cavità del corpo poi entrano nei padiglioni cigliati dei nefridii e vengono espulse dai pori nefridali. In qualche caso le ghiandole sessuali hanno condotti escretori proprî e i maschi anche delle papille copulatrici.

Qualche genere presenta degli organi incubatori costituiti da sacchi speciali variamente collocati. Nel genere *Spirorbis* essi sono sopra ad un tentacolo cefalico, nell'*Autolytus cornutus* sono collocati ventralmente. Qualche specie è viripara.

Lo sviluppo dell'uovo è accompagnato da metamorfosi più o meno complicate.

Negli Anellidi oltre alla riproduzione sessuale vi hanno non rari casi di riproduzione per scissione trasversale e per gemmazione; (gen. *Protula, Syllis*, *Autolytus* ecc.) curiosissima a tal riguardo è la *Syllis ramosa* studiata da M. Intosh in cui la produzione dei nuovi individui si fa non soltanto nel senso della lunghezza ma anche lateralmente.

Gli Echinodermi, salvo poche eccezioni, sono unisessuali (sono ermafroditiche ad esempio quasi tutte le Oloturie apode).

Gli organi maschili o femminili sono all'esame esterno spesso difficilmente riconoscibili, all' infuori del tempo della loro maturità, tuttavia in generale gli ovari sono di color giallognolo; o giallo vivo, mentre i testicoli sono biancastri. Non esistono complicazioni speciali delle vie di uscita e organi speciali di accoppiamento per cui l'acqua ambiente serve di veicolo per la fecondazione. Qualche specie è vivipara (esem. *Hemiaster cavernosus, Anochanus sinensis,* ecc.).

La disposizione e il numero degli ovari e dei testicoli varia alquanto da gruppo a gruppo.

Negli Oloturidi il testicolo e l'ovario si originano nel mesentere dorsale e costituiscono due ciuffi di tubi ra-

mificati e simmetrici da ciascun lato del mesentere dorsale stesso. Essi hanno un tubo escretore comune che si apre nella linea mediana dorsale nella regione superiore del corpo.

Negli Echinidi gli organi sessuali sono in numero di cinque e occupano le aree interambulacrali. I prodotti sessuali vengono portati all'esterno da un canale escretore comune che termina al poro genitale. Talvolta i varî organi sessuali si saldano più o meno insieme.

Negli Spatangidi gli organi sessuali sono in numero di quattro.

Negli Stelleridi gli organi sessuali sono in numero di dieci i quali derivano probabilmente per divisione dai cinque organi interradiali.

Nella Comatula gli organi sessuali sono disposti in forma di cordone lungo ciascun braccio, e si diramano nelle pinnule dove si sviluppano i prodotti sessuali.

Negli Asteridi vi è pure una sorta di riproduzione sessuale nel senso che un braccio staccatosi dal corpo può ricostituire l'animale intero e l'animale dal quale si è staccato il braccio lo rifà.

Negli Artropodi la riproduzione è sessuale con speciali modalità in alcuni casi pei fenomeni di partenogenesi e vi predomina di gran lunga l'unisessualismo sull'ermafrodismo. Le differenze sessuali in rapporto diretto e immediato col fenomeno dell'accoppiamento e le differenze sessuali secondarie sono spesso molto grandi e non raramente conducono a spiccati fenomeni di polimorfismo nell'uno o nell'altro dei due sessi. Fenomeni neotenici possono in qualche caso concorrere a produrre speciali differenze sessuali, come si osserva ad esempio in vari insetti. Aggiungeremo ancora che, salvo pochissimi casi, la fecondazione ha luogo per mezzo di accoppiamento.

Nella comparazione morfologica degli apparati riproduttori dei varî gruppi di Artropodi fra loro e coi Vermi, parecchi sono i punti controversi.

Una delle ipotesi, seguita da varî Autori si è che

l'ovario, il testicolo e i loro condotti escretori sono da considerarsi come una formazione sola e i tubi escretori, (ovidotti, vasi deferenti) non sono altro che allungamenti e differenziazioni di una porzione dell' ovario o del testicolo.

Se si tiene conto invece delle più recenti ricerche intorno all'apparato riproduttore del Peripato di varî,

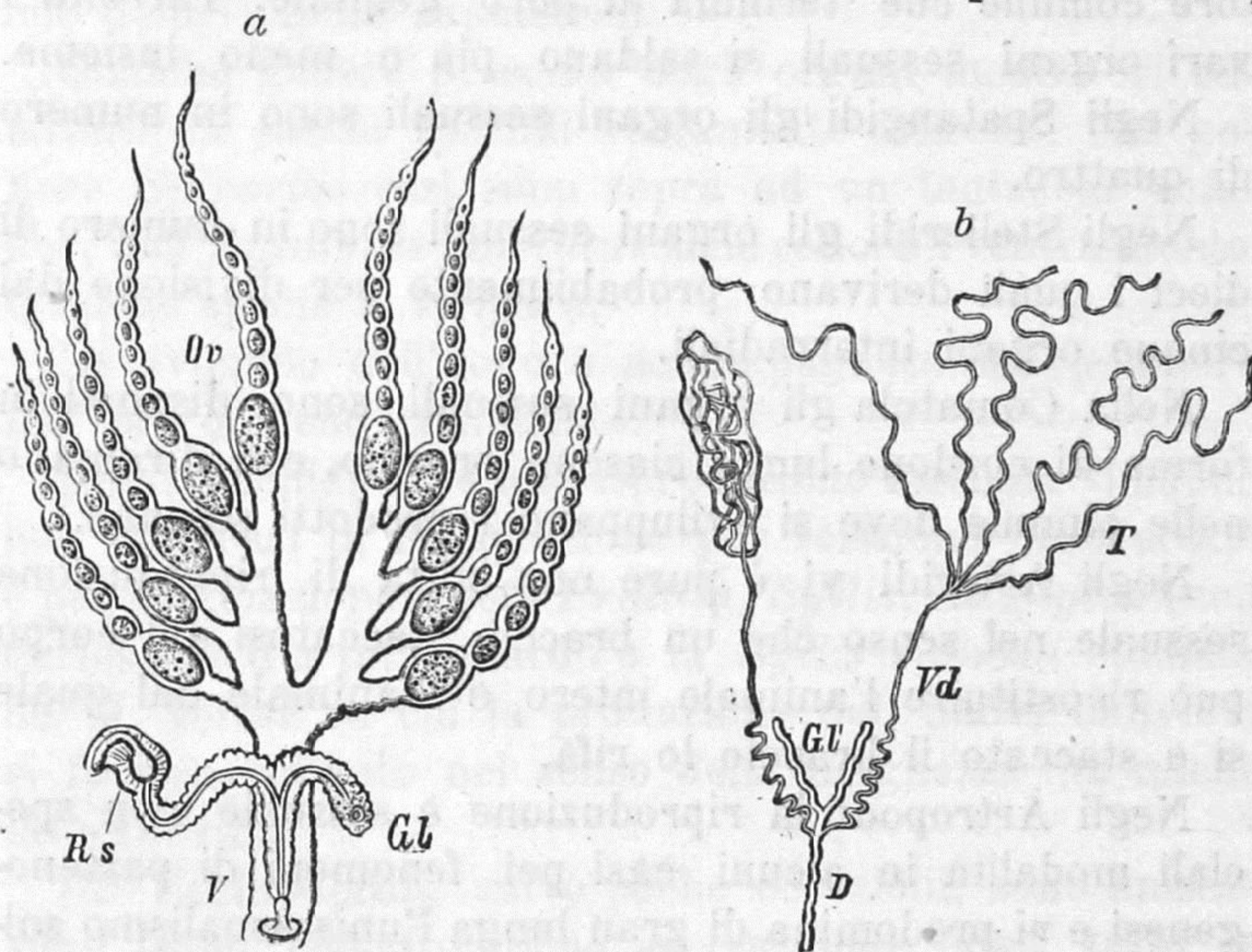



Fig. 115. — *a* apparecchio genitale femminile di *Pulex* (da Stein) *Ov* guaine ovigere, *Rs* ricettacolo seminale, *V* vagina. *Gl* glandola sebacea. — *b* apparecchio genitale maschile della Nepa (da Stein). *T* testicoli, *Vd* canali deferenti, *Gl* glandole annesse, *D* canale eiaculatore.

Crostacei, delle Scolopendrelle, dei Tisanuri e degli Insetti si giunge ad una ipotesi notevolmente diversa della prima e che il Grassi stesso formola nel modo seguente: Nei progenitori degli Artropodi i prodotti sessuali venivano, come in certi anellidi eliminati per mezzo degli organi segmentali, successivamente vennero assunti a questa funzione solo un paio anteriore ed un paio posteriore di questi organi; più tardi si chiuse una delle due paia: nei Crostacei, negli Aracnidi, nelle Scolopendrelle, nei Pauropodi, Diplopodi, ecc. si chiuse il

paio posteriore; in altri invece, Insetti, Chilopodi, Onicofori, si chiuse il paio anteriore.

Possiamo inoltre ritenere che gli ovari ed i testicoli si formano dapprima come organi pari, con organi escretori proprii e con aperture di uscita separate. Modificazioni successive portarono in vari casi una fusione più o meno completa delle due metà dell'apparato.

L'esame della dispozione delle parti dell'apparato riproduttore degli Artropodi ci fa vedere molte conformazioni intermedie fra la condizione primitiva di totale separazione delle due metà dell'apparato riproduttore a quella della loro massima fusione in un apparato unico.

Nei Crostacei e in generale negli Artropodi l'apparato riproduttore maschile e quello femminile sono simmetricamente foggiati fra loro e constano delle parti esenziali seguenti:

Apparato maschile.

1. Testicoli.
2. Vasi deferenti.
3. Condotto ejaculatore.
4. Apparati copulatori esterni.

Apparato femminile.

1. Ovarii.
2. Ovidotti.
3. Vagina, e ricettacolo del seme.
4. Apparato copulatore e esterno.

Nei Crostacei vi sono talvolta fenomeni di partenogenesi (Apus, Artemia, Daphnia, ad esempio). In questi gruppi si distinguono due sorta di uova: 1.° uovo di primavera e di estate, con sviluppo partenogenetico. 2.° uova d'inverno che si sviluppano dopo essere stati fecondati.

Negli Aracnidi i sessi sono separati. I testicoli e gli ovari ora sono riuniti insieme, ora sono separati, rimanendo spesso tuttavia uniti traversalmente. Essi hanno

condotti escretori più o meno uniti fra di loro o separati e con orifizii pari od impari. Vi sono inoltre organi ghiandolari accessori, o dilatazioni speciali dei condotti escretori che servono a raccogliere lo sperma o le uova ed inoltre vi sono pure organi copulatori e ovopositori.

Nei Ragni i palpi mandibolari dei maschi sono modificati in organi copulatori.

Negli Onicofori gli organi riproduttori maschili constano: di due testicoli tubulosi pieni di cellule spermogene: di due vescicole seminali: di due vasi deferenti che dopo un decorso più o meno lungo si uniscono a formare un vaso deferente unico. In un tratto di quest'ultimo a pareti ghiandolari si forma lo spermatoforo.

Gli organi riproduttori femminili sono costituiti da due ovari riuniti insieme da un involucro connettivo; essi sono attaccati per mezzo di una ripiegatura peritoneale al tramezzo pericardico. Fanno seguito agli ovari due ovidotti i quali presentano due appendici rotondeggianti che il Kennel considera come ricettacoli delle uova, dopo queste due appendici si trovano due vescicole di mole maggiore formate da una ripiegatura ad ansa dell'ovidotto stesso che servono da ricettacoli dello sperma.

A partire dai ricettacoli dello sperma, gli ovidotti si allargano e formano i così detti uteri nei quali le uova si sviluppano.

Nei Miriapodi gli apparati riproduttori si presentano molto variamente conformati. In molti le loro vie di uscita sboccano verso la regione anteriore del corpo.

L'unione delle due metà dell'apparato riproduttore in un ovario o testicolo apparentemente unico è frequente; frequenti pure si osservano disposizioni intermedie. È d'uopo ricordare tuttavia che oltre alle parti esenziali negli apparati riproduttori dei Miriapodi si trovano ghiandole accessorie di forma svariatissima, ricettacoli seminali e estremità modificate in organi copulatori e funzionanti in un modo analogo ai palpi degli Aracnidi.

Non meno svariata che nei Miriapodi è la conformazione degli apparati riproduttori degli Insetti.

Aggiungeremo qui a quanto sopra è stato detto riguardo alla loro conformazione generale qualche maggior particolare intorno ad alcune fra le strutture più notevoli.

Nelle Campodee gli ovari sono due, pari, e sono fatti a mò di tubo allungato. Nei Japyx, nei Machili e nelle Lepisme giovani invece di un lungo tubo ovarico longitudinale vi sono tanti tubi ovarici corti (ovarioli) riuniti da canali escretori longitudinali con disposizione schiettamente metamerica.

I testicoli nelle Campodee sono conformati simmetricamente agli ovari, così pure si dica dei testicoli dei Japyx. In certe Lepisme esistono sei testicoli per ogni lato, provisti di un lungo canale deferente. Il Grassi ammette che la condizione primitiva pel testicolo è presentata da quelli delle Campodee e dei Japyx e per l'ovario da quello delle Campodee.

Negli altri ordini di insetti. L'ovario è diviso in due parti simmetriche le quali sono simmetricamente collocate nell'addome. Ciascuna di queste parti risulta formata da un numero vario di tubi oviferi che inferiormente si riuniscono fra loro a formare quella parte dell'ovario che piglia il nome di calice.

Esaminando la struttura di un tubo ovarico, si vede superiormente nella parte più sottile, una massa cellulare che rappresenta i germi; a mano a mano che dall' apice del tubo si discende verso la base, trovano i germi in gradi successivi di sviluppo e nell' ultima parte del tubo stesso in vicinanza del calice si ha l'uovo quasi al tutto formato. Il numero dei tubi ovarici è molto vario essi possono essere due soli, uno per ovario, come in qualche Rincoto, o essere in grande numero come ad esempio nel Ditisco fra i Coleotteri.

Gli ovidotti procedono, a cominciare dalla parte inferiore del calice, per un tratto più o meno lungo separati fra loro e poi si riuniscono in un solo canale. Nel loro tratto superiore non presentano nulla di notevole all'infuori di qualche dilatazione in cui in certi

insetti le uova soggiornano alquanto. In qualche categoria di Insetti gli ovidotti presentano degli apparati speciali che preparano una sostanza gluttinosa destinata ad avvolgere le uova per proteggerle o per fissarle quando vengono deposte sui varî corpi.

Il canale unico che risulta dalla riunione dei due ovidotti piglia il nome di vagina. Questa presenta pure spesso delle borse e dei rigonfiamenti accessori; le principali sono il *ricettacolo seminale* e la *borsa copulatrice*. Queste parti sono destinate, a quanto pare, a conservare lo sperma per un tratto di tempo più o meno lungo. Questa disposizione si osserva principalmente sviluppata nell'ape, e pare che la femmina nell'emettere le uova possa lasciare venire o no a contatto delle uova gli spermatozoi contenuti nelle parti sopradette.

Nelle specie in cui le uova si sviluppano nell'interno del corpo della madre si ha nella parte ultima del condotto comune delle ovaie un sacco speciale destinato a ricevere le uova e a permettere che le piccole larve si sviluppino.

Nelle femmine le parti costituenti l'apparato genitale esterno sono destinate essenzialmente alla deposizione delle uova.

Nei maschi i testicoli sono, come gli ovari, in numero di due e sono pure collocati simmetricamente nell'addome. Essi risultano della riunione di un numero, più o meno grande, di canali ciechi avvolti sopra se stessi, ora radunati in due grosse masse, come si osserva in varî Ortotteri, ora riuniti in varî gruppi portati da condotti escretori che si raccolgono poi tutti assieme a formare i condotti deferenti, come si osserva in varî Coleotteri.

I condotti deferenti unendosi insieme costituiscono il canale ejaculatore il quale entra in rapporto con un organo copulatore. Questo a sua volta presenta spesso una armatura copulatrice più o meno complicata.

Nei Molluschi la riproduzione è sessuale. Vi sono

specie con sessi separati, forme ermafroditiche e in qualche caso (Ostriche ad esempio) gli organi rispettivi di uno stesso individuo non agiscono contemporaneamente; ma funzionano ora come organi maschili ora come femminili, costituendo così come un passaggio ad una separazione totale dei sessi. Inoltre i casi accidentali di ermafrodismo non sono rari in generi normalmente unisessuali, come ad esempio i generi Unio, Anodonta, ecc.

La conformazione e la disposizione degli organi riproduttori è notevolmente variabile nei diversi gruppi di Molluschi, ed è spesso malegevole il ricondurli ad uno schema unico fondamentale. Si può ammettere anche pei Molluschi, come è stato detto per gli Artropodi, una stretta connessione dell'apparato riproduttore coll'apparato secretore, in particolar modo per quanto riguarda la costituzione dei canali escretori.

Fig. 116. — Organi riproduttori della *Cymbuia* (Pteropodo) da Gengebaur, *a Zd* glandola ermafroditica con dutto comune, *Rs* ricettacolo del seme, *U* utero. — *b* un acino della glandola ermafroditica della stessa, *O* uova, *S* zoospermi.

Nei Lamellibranchi i testicoli e gli ovari hanno la conformazione di ghiandole a grappolo: sono pari e e sono simmetricamente collocati entro il parenchima del corpo fra il piede, il fegato e gli organi di Bojanus. In qualche caso (Mytilus, ad esempio) essi si spingono entro ai lobi del mantello.

Nelle forme ermafroditiche schiette i follicoli ghiandolari maschili e femminili sono talvolta riuniti nello stesso grappolo genitale (Ostrea ad esempi.) in altri

invece vi è una separazione più spiccata fra i due organi. I canali escretori di ciascun gruppo di organi genitali si anastomizzano fra loro e si riuniscono in un canale collettore unico, che ora sbocca da ciascun lato del corpo in prossimità dell'orifizio di sbocco dell'organo di Bojanus, (ad esempio nel gen. Ostrea) ora esso si riunisce al canale escretore di quest'ultimo, (ad esempio nel gen.) ora finalmente esso sbocca nella cavità stessa dell' organo secretore (Pecten ad esempio).

La fecondazione si fa nella cavità palleale o vi è una autofecondazione nelle specie ermafrodite. Nelle forme unisessuali la fecondazione si compie per mezzo dell'acqua che trasporta gli spermatozoi nella cavità palleale delle femmine.

Fig. 117. — Apparecchio sessuale della lumaca comune (*Helix pomatia*), *Zd* glandola ermafroditica, *Zq* canale escretore della stessa, *Ed* glandola dell'albume, *Od* ovidutto e doccia seminale *Vd* canale deferente, *P* pene prottatile, *Fl* flagello, *Rs* ricettacolo del seme, *L* dardo e sua tasca, *D* glandole digitiformi e *Gö* apertura genitale comune.

Nei Gastropodi vi hanno le varie forme di riproduzione sessuale e l'apparato riproduttore si presenta più complicato poichè generalmente possiede un'apparato copulatore. L'apparato riproduttore è impari per riduzione degli organi di un lato. L'organo secermente er-

mafroditico si compone, lasciando in disparte qui le modificazioni particolari a qualche forma, generalmente di molti lobi, i quali producono uova alla loro estremità chiusa e spermatozoi verso la loro base. La duplice produzione non sembra sia generalmente contemporanea; ma bensì uno stesso lobulo ora produce uova, ora spermatozoi.

Col formarsi di insaccature più o meno distinte e di ramificazioni l'aspetto dell'organo secernente ermafroditico cambia notevolmente nei vari gruppi, pur conservando la sua struttura fondamentale. I canali escretori presentano varie disposizioni; ora si ha un solo canale escretore comune per gli spermatozoi e per le uova, ora il canale escretore è comune soltanto per un certo tratto più o meno esteso e poi si divide in due, che isolatamente si portano all' apertura sessuale. Altri organi, come l' organo copulatore, il ricettacolo del seme, ghiandole speciali, la borsa copulatrice ecc. vengono a complicare maggiormente l'apparato riproduttore.

Nei Cefalopodi, i sessi sono separati; i maschi sono talvolta notevolmente più piccoli delle femmine e presentano varie differenze notevoli nella conformazione generale, come ad esempio nell'Argonauta nella quale specie il maschio manca della conchiglia e non ha le espanzioni caratteristiche delle due braccia della femmina. Nei Cefalopodi (meno nel gen. Nautilus) uno dei bracci si modifica in rapporto alla riproduzione e piglia il nome di braccio ectocotilizzato. Questo nei generi dove esso si distacca al tempo della riproduzione (Argonauta Tremoctopus, ad esemp.) viene sostituito da un'altro che si forma nello stesso punto. Il braccio in discorso funziona da spermatoforo.

Gli organi riproduttori maschili e femminili sono in complesso simmetricamente foggiati e, come in altri gruppi di Gasteropodi, pare risultino di due parti di origine diversa, vale a dire testicoli ed ovari, vasi deferenti od ovidotti.

Il testicolo è collocato in una sorta di capsula peritoneale ed è formato da molti sacchi cilindrici, talvolta ramificati, che preparano lo sperma; questo si riunisce nella capsula e quindi penetra nel canale deferente il quale è più o meno circonvoluto e all'interno pieghettato longitudinalmente. Il canale deferente si dilata in un certo punto in una vescicola seminale, che è divisibile in due parti: l'una a pareti spesse si continua allo indietro in un lungo cieco; l'altra si prolunga fino alla prostata. La parete interna della prima parte ha delle scanalature profonde nel senso della sua lunghezza. In queste scanalature lo sperma viene, per dir così, modellato in cordoni spermatici, che nel passaggio per la seconda parte della vescicola stessa vengono avvolti dalla sostanza escreta dalla parte e rinchiusi in spermatofori. Dalla vescicola spermatica parte un canaletto che va verso il sacco degli spermatozoi e presenta due ciechi; una delle pareti più o meno pieghettate detto prostata, l'altro a pareti liscie nel quale vennero pure trovati talvolta degli spermatofori. Il canale escretore sbocca poscia nel sacco degli spermatofori.

Gli spermatofori sono talvolta notevolmente lunghi e la loro struttura e notevolmente complessa.

L'apparato femminile consta di una ghiandola ovarica avvolta come il testicolo da una capsula che si continua coll'ovidotto. Ciascun follicolo ovarico contiene un uovo. L'ovidotto si porta alla regione anale e sbocca alla base dell'imbuto. Varie sorta di ghiandole versano il loro prodotto nell'ovidotto.

Sono da menzionarsi qui le così dette ghiandole nidamentali le quali sboccano ai lati dell'orfizio sessuale e il loro prodotto serve a riunire insieme le uova che nella maggior parte dei Cefalopodi vengono deposti in masse grappoliformi.

Fra i Tunicati, i Copelati sono ermafroditi: gli organi riproduttori occupano la parte posteriore del corpo all'indietro dei visceri. Vi hanno un ovario ed un testicolo ora pari e costituiti ciascuno di due parti sim-

metriche o distinte, ora impari: talvolta l'ovario è impari e il testicolo pari. Il testicolo arriva a maturità prima dell'ovario. Quando i prodotti sessuali sono maturi vengono versati nella cloaca.

Nelle Ascidie l'ermafrodismo è pure la regola, e anche qui i testicoli arrivano alla maturità sessuale prima degli ovarî. I testicoli sono rappresentati da numerosi tubi inclusi nella parete intestinale. L'ovario è una massa polilobata posta fra i due rami dell'ansa intestinale: i condotti sessuali corrano lungo l'intestino terminale e sboccano nella cavità peribranchiale. Nei Molgulidi ed in altre forme affini gli organi riproduttori sono disposti in due masse simmetriche nelle quali il testicolo avvolge l'ovario.

Generalmente lo sviluppo delle uova incomincia nella cavità cloacale stessa.

Nelle Salpe vi ha pure l'ermafrodismo. Sono ermafroditi soltanto gl'individui in catena: i solitarî sono agami.

Ciascun individuo della catena non può tuttavia fecondarsi da sè, poichè quando il testicolo matura, l'uovo unico che generalmente posseggono, non solo è già stato fecondato da altro individuo della stessa specie più avanzato in età ed appartenente ad altra catena, ma è già iniziato lo svilulppo dell'individuo solitario.

Il testicolo è impari ed è formato da numerosi canalicoli seminiferi avvolti da una membrana fibrosa. Essi si riuniscono in un canale escretore unico.

Gli organi femminili sono rappresentati dall'ovario e dal così detto organo di incubazione o utero. L'ovario è impari ed è formato da un solo follicolo od ovisacco il quale contiene un solo uovo e presenta un peduncolo che diventa organo importante colle sue modificazioni necessarie per condurre, così si può dire, l'uova nella cavità dell'utero. L'utero è fissato da due legamenti alla parete della cavità respiratoria.

La forma libera, solitaria, come sopra è stato detto, è assessuale e si riproduce agamicamente per mezzo del così detto stolone prolifero. Quest'organo consiste in una

sorta di tubo trasparente in connessione colle branchie, col cuore e col così detto nucleo. Questo organo produce le forme riunite in catena.

Nei Leptocardi i sessi sono separati. Gli organi riproduttori (ovarî e testicoli) sono collocati verso la faccia ventrale, e si formano in varî punti della cavità del corpo, dando luogo a disposizioni follicolari disposte in due serie dal vestibolo branchiale al poro addominale.

A quanto pare non vi sono canali deferenti nè ovidotti differenziati e i prodotti sessuali maturi cadono per deiscenza nella cavità peribranchiale dalla quale sono espulsi per mezzo del poro addominale.

Per quanto riguarda l'apparato riproduttore del sottotipo dei Vertebrati già si è detto nel capitolo precedente nel quale si è trattato dell'apparato escretore.

FINE.

INDICE

Parte Generale.

Parte Speciale.